Emmanuel Le Roy Ladurie

Historia del clima desde el año mil



Sección de Obras de Historia

HISTORIA DEL CLIMA DESDE EL AÑO MIL

Traducción de
Carlos López Beltrán
(Tomo I)
José Barrales Valladares
(Tomo II)

EMMANUEL LE ROY LADURIE

HISTORIA DEL CLIMA DESDE EL AÑO MIL

FONDO DE CULTURA ECONÓMICA
MÉXICO

Primera edición en francés (Tomos I y II), 1983
Primera edición en español, 1991

La edición original en francés de este libro se publicó en dos tomos. El primero abarca de los capítulos I a IV y el segundo de los capítulos V a VII, además de los anexos respectivos.

Título original:
Histoire du climat depuis l'an mil

Av. de la Universidad, 975; 03100 México, D. F.

ISBN 968-16-3262-1

Impreso en México

INTRODUCCIÓN

Los historiadores del clima, en muchos casos, pueden clasificarse, en cuanto a sus orígenes intelectuales, en dos categorías. Unos —como Bryson, Fritts, Lamb, Mitchell y von Rudloff— son especialistas de las ciencias de la naturaleza. A veces biólogos, con más frecuencia meteorólogos, que se dejan llevar, y con razón, por los encantos de Clío: estos hombres quieren, efectivamente, completar el conocimiento y la explicación del clima actual, que forma y limita el horizonte normal de las investigaciones de sus colegas, al agregar una perspectiva temporal. Lo que sea de cada quien, esos investigadores, en calidad de cliometristas, pudieron ofrecer los más nuevos y profundos puntos de vista sobre las causas físicas de los cambios de clima y sobre las inflexiones mayores de tales cambios por sí mismos.

Sin embargo, hay otro grupo de investigadores que han aportado una información irreemplazable. Es el de los geógrafos, arqueólogos o historiadores profesionales que, especializados en economía o demografía, han estado en contacto con los viejos archivos, de papel o de la tierra, que se refieren a los acontecimientos climáticos. Así, Gustav Utterström, a partir de un análisis de la agricultura[1] de la Suecia del siglo XVIII, puede llegar a una presentación del clima fluctuante en la Escandinavia de los tiempos modernos. Demuestra que la excepcional suavidad de los inviernos suecos, entre 1721 y 1735, ejerció una influencia benéfica en las siembras de grano, los pastizales, el empleo de los hombres, la salud pública y sobre la prolongación de la vida. Logra, pues, relacionar (entre otros factores) la suavidad momentánea del invierno nórdico con el gran incremento de la población sueca, en las décadas de 1720 y 1730. En Inglaterra, con respecto a un período muy anterior, el medievalista John Titow extrae de las cuentas caseras del obispado de Winchester los elementos de una crónica de las intem-

1 Utterström, 1955.

peries, cuyo contenido es decisivo para el conocimiento del clima de Occidente en el siglo XIII.

Del mismo modo que Utterström y Titow, yo pertenezco a este segundo grupo: el de los historiadores que escudriñan archivos. La historia agraria fue la que me condujo, en una transición lógica e incluso obligatoria, a la historia del clima. Hace aproximadamente 20 años, estudiaba, con archivos y catastros en la mano, la historia de ciertos grupos campesinos en Francia, en los siglos XVI y XVII.[2] Los documentos que se referían a ellos eran, como es normal, de una extraordinaria riqueza en cuanto a la cronología del clima; me llamaban la atención continuamente, a lo largo de los viejos textos, las notas meteorológicas de inviernos glaciales o de veranos muy lluviosos; menciones que acompañaban siempre las indicaciones de malas cosechas, de hambre, de escasez o, a veces, de años de abundancia. Calamidades o bendiciones climáticas agobiaban o favorecían, según el caso, a los habitantes de las sociedades tradicionales. Resultaba muy difícil, sin embargo, pretender aclarar la meteorología de antaño únicamente con estos datos descriptivos, por muy apasionantes que fueran, ya que esas anotaciones manuscritas acerca del clima, sacadas del diario de algún cura o de algún registro ilegible y apolillado de algún notario, se antojaban un tanto fortuitas, desordenadas y poco adecuadas para constituir un saber. Es obvio que tales documentos no debían desecharse; pero debíamos preguntarnos si la ausencia (en la época clásica) de informaciones seriadas, de datos sistemáticos sobre temperaturas y precipitaciones, como las que existen acerca de los siglos XIX y XX, podía no ser irremediable. El historiador de los climas del siglo XVII tendría que llegar también a una aproximación cuantitativa que pudiera compararse en rigor, ya que no en precisión y en variedad, con los métodos que practican, cifras en mano, los meteorólogos actuales para estudiar el clima del siglo XX.

Documentos que nos brindan tales aproximaciones cuantitativas de la historia del clima estaban a la mano, incluso

[2] Le Roy Ladurie, 1966.

con respecto a épocas muy anteriores a aquellas en las que se generalizó el uso de los termómetros y barómetros. En Estados Unidos, por ejemplo, los dendrocronólogos han creado, gracias a los *anillos de crecimiento de los árboles*, muy perfeccionadas técnicas de estudio del clima. Un importante colaborador suyo es ese personaje increíble al que podríamos llamar "historiador secoya"; son historiadores también el pino o el abeto cuando son longevos: año tras año, y a veces por más de un milenio, registran, en las capas de sus anillos de crecimiento, una crónica de pluviometría.

Asimismo, en Europa, los dendrocronólogos han obtenido resultados admirables. Pero aún no disponemos, en el viejo continente (salvo quizá en Alemania), de secuencias a partir de los árboles que puedan compararse (en duración y en cantidad de datos de base) con las elaboradas en Arizona. Afortunadamente, tanto Europa como Asia son sitios donde ha habido grandes civilizaciones, riquísimas en archivos de otras fuentes sustitutivas. Desde hace casi un siglo, los investigadores que se interesan por los climas antiguos utilizan en Francia, Alemania y Japón[3] el método fenológico (fenología: estudio de las fechas de *aparición* de ciertos fenómenos vegetales como la floración o la madurez de los frutos de tal o cual planta sobre la que existen archivos; por ejemplo: vid, cerezo, etc.). Sobre este tema, M. Garnier[4] publicó, en 1955, en *La Météorologie*, un artículo modesto en cuanto a forma, pero capital en cuanto a contenido. Volvía a descubrir, también él, las virtudes olvidadas del trabajo de Angot[5] sobre las fechas de las vendimias. Mostraba, además, que utilizando sus largas secuencias se podían controlar y casi rehacer —aproximadamente— las curvas térmicas y que, con la ayuda de las proclamas de la vendimia, se podía establecer, de una manera más sólida, la crónica en gran escala de las estaciones calurosas, de los veranos frescos y las primaveras suaves o heladas. Un grupo de secuencias magistrales, tan rigurosas como las de los dendrocronólogos, estaba así al alcance de los historiadores occi-

[3] Angot, 1883; Arakawa, 1955 y 1956.
[4] Garnier, 1955.
[5] Angot, 1883.

dentales que durante mucho tiempo habían despreciado las fuentes fenológicas.

Las reflexiones de Angot y de Garnier motivaron mi primera investigación en los años 1955-1960. Yo también traté de descubrir secuencias de fechas de vendimias anteriores a 1750 o 1800. Encontré gran número de ellas en deliberaciones municipales, en cuentas eclesiásticas y en archivos de policía y justicia de los siglos XVII y XVIII. Así, con respecto al sur de Francia, completé el expediente más que nada septentrional de André Angot. Esta "cacería" culminó en un descubrimiento importante: en 1959, el dios desconocido que guía los pasos de los investigadores me llevó hasta *el* expediente, el tesoro inesperado que cada historiador, en su especialidad, encuentra dos o tres veces en toda su vida. En el Museo Calvet de Avignon, me topé literalmente con el inmenso cúmulo de fechas de vendimias que un erudito eficaz, Hyacinthe Chobaut, había recopilado con muchos otros datos, en el curso de una vida de trabajo. Es necesario rendir a Chobaut el merecido homenaje que le debemos. Este archivista fue uno de los más auténticos precursores —y también uno de los más secretos— de la historia científica del clima de Europa: más adelante, en los cuadros que terminan el libro, se presentan las cifras de este investigador, que preceden a las mías. Sin embargo, las fechas de las vendimias no habrían bastado por sí solas para resucitar una meteorología del pasado. Se requirió de otro campo, no exhaustivo pero indispensable que, aunque no interesaba directamente en la historia cuantitativa del clima, sí brindaba, a largo plazo, en la perspectiva secular o multisecular, una luz irreemplazable: se trata de la graciología histórica de la época documental.

Hace aproximadamente 30 años, Matthes, en un artículo titulado "Glaciers",[6] contaba, según Mougin y Kinzl, la historia fascinante de esas aldeas de Chamonix que habían sido sepultadas, a finales del siglo XVI, por el avance de los glaciares alpinos; esas aldeas cuyos habitantes fueron testigos horrorizados, aunque inconscientes, de una sutil fluctuación

[6] Matthes, 1942.

climática de los tiempos modernos. Gracias a Matthes y posteriormente debido a Mougin, Richter, Kinzl, Monterin y muchos más, pude tener acceso, progresivamente, a la información original,[7] y a veces tan poco conocida, de los artículos sobre la historia moderna de los glaciares alpinos en los siglos XVI, XVII y XVIII. Los autores de esos artículos, por regla general, y no sin cierto refinamiento, habían inhumado devotamente sus producciones en las revistas más inaccesibles que se puedan encontrar: ya sea en las páginas polvosas de un periódico agrícola, en el oscuro boletín de alguna sociedad científica o, en fin, en un inencontrable directorio de algún club alpino tudesco de los años 1800... Pero mi búsqueda ingrata de esos artículos tan discretos resultó provechosa, pues provocaban a su vez, como una avalancha, nuevas y sustanciales lecturas. Las bibliografías a las que remitían sus autores llevaban a otros trabajos y a otros eruditos de la historia de los glaciares, aun más antiguos. Me acostumbré, poco a poco, a "remontar" esas bibliografías, como se remontan los afluentes más lejanos, las ramificaciones más remotas de una red hidrográfica. A mi paso, descartaba las ramas parásitas, los autores inútiles o redundantes, los plagiarios y los copistas. Buscaba siempre más adelante el agua fresca de los documentos y los textos, hasta llegar a las fuentes mismas: penetraba en los viejos archivos de Chamonix, conservados en el depósito de Annecy; escudriñaba los planos antiguos y los mapas; leía los relatos de los primeros exploradores de los glaciares, como Sebastien Münster; y, siguiendo el ejemplo de mis predecesores, historiadores o glaciólogos, confrontaba todos estos datos con los resultados recientes de mi observación de campo.

Esta última etapa me llevó al valle mismo de Chamonix, pero también a Grindelwald, a Courmayeur, al Rhonegletscher y al Vernagtferner: a todas partes en donde se podían

7 Desde luego, los glaciólogos conocían esta bibliografía (*cf.* Lliboutry, 1965, II, pp. 724-727, 765, 833); pero, por su mismo carácter historiográfico, como es normal, no la habían explotado a fondo. Al contrario, los historiadores casi no habían tenido la ocasión de interesarse en estos trabajos de los eruditos de la glaciología antigua, cuyas bases y métodos eran, sin embargo, archivistas y típicamente documentales.

comparar los frentes glaciales actuales con sus homólogos antiguos, como figuraban en las estampas, en los mapas y en los textos, publicados o inéditos, anteriores a 1800.

Bosques, vendimias y glaciares estuvieron pues en los inicios de mi búsqueda. La tarea, sin embargo, se amplió en el camino más allá incluso de su objeto inicial. Era necesario tomar en cuenta, para elaborar una historiografía del clima reciente, los trabajos más diversos y más actualizados de los especialistas: desde los meteorólogos profesionales que descifran la climatología mejor documentada, la de los siglos XIX y XX, hasta los pioneros de la palinología (estudio del polen fosilizado), cuya contribución es irreemplazable para aquel que quiere conocer las variaciones climáticas de la alta Edad Media. Según se vaya presentando la necesidad, hablaremos de esos trabajos en los siguientes capítulos.

Nuevos horizontes se abrieron así, paulatinamente, según se iban combinando la consulta de archivos y la exploración bibliográfica. Paso a paso se me imponía una amplia perspectiva cuyo resultado es este libro: la de un clima que se estudiara históricamente por sí mismo, y no sólo por sus incidencias humanas o ecológicas.

Valía la pena intentarlo. Mis búsquedas en los documentos inéditos sobre las fechas de las cosechas y en los archivos glaciales me descubrieron un paisaje extraño, ya explorado por grandes investigadores pero que, en algunos aspectos, era posible aclarar aún más. El paisaje climático aparenta inmovilidad. Está, sin embargo, animado por lentas fluctuaciones, perceptibles cuando se observan varios siglos. Son, sin duda, fluctuaciones de poca amplitud y, por ello, importan poco a la evolución humana en sí. Pero el historiador de archivos, por su acceso privilegiado a los documentos, y con el apoyo oportuno de ciertos trabajos de otros especialistas, está en una posición idónea, aunque modesta, para contribuir al desciframiento cronológico de las fluctuaciones. Este libro no pretende de ninguna manera ser una historia exhaustiva del clima mundial, considerada en su totalidad como la secuencia de eventos físicos ocurridos en su fase reciente (la del último milenio)... La empresa sería absurda por inmensa. Ésta es esencialmente una introducción

metodológica a los problemas que plantea la historiografía del clima reciente en Europa y en América, observada desde el punto de vista de un investigador de archivos. El período considerado abarca los siglos en los que las actividades propias del historiador son las más útiles para el conocimiento del clima: los siglos XVI, XVII y XVIII. Sin embargo, con el fin de comparar y aclarar el pasado mediante el presente, se harán frecuentes referencias a los datos que han acumulado durante los siglos XIX y XX los meteorólogos profesionales. Tampoco se dudará en plantear ciertos aspectos de la fluctuación climática de la Edad Media, cuando los documentos inéditos o los resultados de investigaciones paralelas lo permitan.

NOTA: Al final del segundo tomo, se encuentran un artículo inédito a manera de Advertencia final, los anexos, la bibliografía y las abreviaturas utilizadas.

I. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El clima es una función del tiempo, varía. Está sujeto a fluctuaciones. Es objeto de historia. Si bien es cierto que "la noción de clima sugiere una descripción somera de las condiciones meteorológicas durante una secuencia de años",[1] es necesario puntualizar que las descripciones de este tipo no suelen relacionar los distintos períodos. Aun promedios de cien años, los más largos que se han hecho, no representan exactamente el clima de una región determinada.[2] Los meteorólogos, los geógrafos, los glaciólogos, geólogos y palinólogos[3] lo saben bien, pues cotidianamente se encuentran, en sus búsquedas, con este hecho. Sin embargo, los historiadores directamente interesados en el tiempo aún no constituyen la historiografía del clima como campo de investigaciones particulares. Las primeras tentativas, cuando las hubo, terminaron en fracasos. ¿Por qué esta carencia? ¿Por qué los fracasos?

La primera causa es cierta actitud intelectual común a los primeros historiadores del clima; no comenzaron por estudiar el clima fluctuante *por sí mismo*; se lanzaron de lleno en una empresa diferente y muy peligrosa: la explicación de la historia humana con base en el clima. Elsworth Huntington,[4] por ejemplo, no intentó conocer real y desprejuiciadamente las fluctuaciones climáticas en Asia, sino, desde un principio, explicar mediante el clima las migraciones de los mongoles. Le Danois, igualmente, al estudiar el clima de los océanos, se interesaba principalmente por el desplazamiento de los peces y de los lugares de pesca, y por las fluctuaciones de la moda femenina en París, interpre-

[1] Sutcliffe, 1963, p. 282.

[2] Wagner, 1940.

[3] Por ejemplo, Mitchell, 1963; Pédelaborde, 1957; Lliboutry, 1956 y 1965; Flint, 1957; Godwin, 1956; Elhai, 1963.

[4] Huntington, 1907, pp. 378-379; Le Danois, 1950 (ver en particular la página 153 y su novelesca periodización); Utterström, 1955.

tadas como una respuesta a los imperativos cambiantes del cielo, la lluvia y el frío.

Ignazio Olagüe, a su vez, "explica" la historia de algunos países mediterráneos con base en las fluctuaciones pluviométricas.[5] Se podrían presentar muchos otros casos de este método exageradamente antropocéntrico. . . Un ejemplo bastará.

En 1955, el historiador sueco Gustav Utterström presentó, en la *Scandinavian Economic History Review*, un extenso trabajo, interesante y bien informado: "Climatic Fluctuations and Population Problems in Early Modern History".[6] Este artículo reúne casi todos los datos posibles sobre la influencia ejercida por el clima en la historia medieval y moderna; representa uno de los máximos logros alcanzados por el método tradicional y, como tal, resulta conveniente analizarlo con cuidado antes de exponer otros métodos.

El autor trata de probar la existencia de períodos seculares de deterioro de las condiciones climáticas, períodos cuyos efectos sobre la economía europea habrían sido desastrosos: esta demostración se aplica esencialmente a los siglos XIV y XV, por una parte, y al XVII por la otra.

El clima sufrió un enfriamiento general en los siglos XIV y XV. Para sustentar esta afirmación, Gustav Utterström expone varios hechos, aunque algo heterogéneos. Primer síntoma: entre 1300 y 1350, el cultivo de los cereales deja de ser la base de la economía islandesa; cede su lugar a la pesca. Este acontecimiento, se pensará, es ambiguo: se presta a una interpretación económica al igual que climatológica. Es precisamente la cronología glacial[7] ya citada la que ayuda a la interpretación climática: el avance de los glaciares, que empezó "después de 1200", continuó en Islandia durante los siglos XIV y XV, y "aún" en el siglo XVI, y llegó a su máximo en los siglos XVII y XVIII. Este avance glacial se confirmó y se

[5] Olagüe, 1951, 1958 y 1963.

[6] Este artículo contiene una bibliografía de artículos recientes sobre la historia del clima muy abundante y útil. Mi crítica se refiere a las concepciones generales propuestas por el autor, pero no a su búsqueda precisa, y perfectamente pertinente, relativa a la Escandinavia del siglo XVIII (*cf. supra* p. 7).

[7] Me referiré a esta cronología más adelante.

fechó al relacionarse con la ruina de las colonias nórdicas de Groenlandia en el siglo XIV. Desgracia que el clima dirigió sutilmente, ya que los vikingos fueron víctimas de la progresión del *inlandsis* (glaciares continentales) y de sus consecuencias imprevistas: el "descenso" en masa de los esquimales que perseguían, hacia el sur, focas e icebergs.

Otro testimonio es el retroceso de la viticultura inglesa en el siglo XIV, después de haber alcanzado su máximo desarrollo en el siglo XIII, pues, al parecer, también fue consecuencia de una revolución climática y no solamente, como se creía, un síntoma de transformación económica. ¿No nos ha llevado el apogeo de los viñedos ingleses en los siglos XII y XIII a afirmar que los veranos ingleses de esos siglos eran más calurosos que los de ahora?[8] También es verdad que los viñedos alemanes no sufrieron retrocesos comparables después de 1300-1350; pero sí es una constante que, excepto algunos períodos cortos, los años de buen vino en Alemania fueron sólo "ocasionales" en los siglos XIV y XV; lo que es un nuevo indicador del deterioro de las condiciones climáticas en su conjunto.

Según el historiador escandinavo, el final del siglo XV, después de 1460, y la primera mitad del siglo XVI, gozaron de un clima mucho más caliente que el período anterior; después, un nuevo período de enfriamiento y adversidades se presentaría en la década de 1560, para extenderse luego durante el siglo XVII. ¿Pruebas? En Suecia, el rendimiento del grano "disminuyó" entre 1554 y 1640. Lo que nos gustaría saber es por medio de qué método se pudieran medir las variaciones del "rendimiento del grano", en la Escandinavia de los siglos XVI y XVII. Hay que notar, sin embargo, que en la segunda mitad del siglo XVI y la primera del XVII, el suroeste del Báltico y el Támesis, que no se habían helado entre 1460 y 1550, sufrieron de nuevo inviernos muy rigurosos. En Inglaterra, el cerezo subió hacia el norte a principios del siglo XVI, pero en la época de la reina Isabel I, el tiempo volvió a ser "más fresco". Finalmente, el avance de los glaciares se reanudó a finales del siglo XVI

8 Véase al final de este capítulo la "nota adicional".

y en el XVII: es la "pequeña era glacial". El punto máximo de este avance glacial, "el más fuerte durante la edad postglacial", a mediados del siglo XVII, fueron los Alpes e Islandia. Sólo hasta 1890, y después, luego de algunas peripecias, hubo un retroceso notable.

Para apoyar su tesis, el autor cita otros años catastróficos de la economía escandinava del siglo XVII: 1596-1603, los años inmediatamente anteriores y posteriores a 1630, 1649-1652, 1675-1677 y la década de 1690.

Para Gustav Utterström, otros síntomas evidentes de un giro climático son la afluencia de los granos del Báltico hacia el Mediterráneo, a partir de la década de 1590 y el despoblamiento de España en el siglo XVII. La reducción del número de borregos en España después de 1560, y sobre todo después de 1600, son otros indicadores del "cambio de clima".

En suma, la "crisis del siglo XVII", tan importante para la historia, habría tenido también un origen climático: sería por tanto inútil querer darle una explicación basada sólo en un análisis interno de la economía y de la sociedad europea de aquellos tiempos.

Ésta es, pues, una cosecha rica en hechos y datos diversos. Algunos de esos hechos, sin embargo, se antojan criticables. Un gran número de ellos no son, para empezar, típicamente climáticos (disminución de la vid o del borrego, incremento del trigo o del cerezo y, con mayor razón, el cambio en el comercio de granos). En el estado actual de nuestros conocimientos, se explican igualmente, y quizá mejor, bajo consideraciones puramente económicas. En cambio, cuando el autor se refiere a ciertos años de adversidad climática y de déficit agrícola de los siglos XVI y XVII, sí nos pone frente a datos que son realmente climáticos (meteorológicos). Pero le hace falta demostrar estadística y rigurosamente que esos años terribles son producto de condiciones meteorológicas más o menos análogas. Una vez admitido esto, debe demostrarse que se presentan con una notable frecuencia a lo largo del período considerado, mientras que no existen (o en todo caso son mucho menos frecuentes) en el período anterior o posterior. En tanto no se muestre que existe esa

separación significativa entre dos períodos, debe considerarse que esos años terribles no constituyen largas secuencias, sino que sólo forman parte de fluctuaciones pequeñas de la meteorología. En cuanto al método, ¿acaso el autor tiene derecho a anexar las ondas seculares de la climatología, cuando su propósito es aclarar las fluctuaciones a largo plazo? Imaginemos a un historiador o a un economista que pretendiera explicar un alza duradera y prolongada de los precios, basándose solamente en algunos puntos "cíclicos" notables de la curva que quiere interpretar, y que en cambio dejara de lado y hasta ignorara el aspecto general de la curva en cuestión. ¿Acaso no lo acusaríamos de llenar el registro del movimiento de larga duración con datos y piezas que sólo pertenecen a los períodos cortos? Con el mismo razonamiento, debemos admitir que algunos inviernos particularmente fríos, dispersos a lo largo del siglo XV, no nos permiten suponer un "siglo XV frío", mientras no tengamos información más amplia.

Entre los datos obtenidos por G. Utterström, los hechos glaciales son los que mejor expresan un movimiento climático a largo plazo, de oscilaciones seculares. Pero la cronología de esos movimientos largos es poco sólida y su significado en cuanto a la historia humana es incierto; ¿pueden entonces extraerse conclusiones tan ambiciosas como las que nos propone nuestro autor? ¿Qué pensaríamos de un historiador que se lanzara a explicar, aun parcialmente, el progreso económico de Europa a partir de 1850 por el calentamiento que produjo el retroceso de los glaciares, percibido sobre todo en los Alpes, aunque un poco en todas partes, a partir de esa fecha? ¿Sería acaso menos justificable que establecer, como lo hace G. Utterström, un vínculo estrecho entre la progresión de los glaciares y las crisis económicas europeas de los siglos XIV, XV y XVII?

Pero el antropocentrismo no es el único elemento criticable en las tentativas de interpretación histórica que florecen alrededor del clima. Otros investigadores —historiadores o no— han sido poseídos por el demonio de la ciclomanía. Douglass, el eminente pionero de la dendrocronología estadounidense, perdió años buscando en sus *ani-*

llos de crecimiento arbóreo con refinamientos estadísticos increíbles el ciclo "undecenal" de las manchas solares.[9] Los Jevons, padre e hijo, y Henri Moore hicieron lo mismo usando como datos las cosechas de maíz, el desempleo y el precio de los puercos en Chicago;[10] y el mismo Beveridge sucumbió a la influencia de sus trabajos. Brückner, por su lado, encontró oscilaciones en el termómetro, en las fechas de la vendimia y en las lenguas terminales de los glaciares, que tenían un ritmo de 35 años.[11] En cuanto a los ciclos "astroclimáticos", divididos en "subciclos", hasta hace poco aún se hablaba asiduamente de ellos.[12] Estas especulaciones llegan a veces a reconstrucciones prospectivas inverosímiles: un cazador de ciclos puede llegar a extrapolar sin miramientos hacia el futuro y, por ejemplo, predecir el nivel que tendrá el Sena en el año 2000,[13] basado en cierta periodicidad que ha descubierto.

Si somos indulgentes, podemos pensar que tales investigaciones son para la verdadera historia climática lo que la piedra filosofal para el oxígeno. No obstante, han sido proseguidas continuamente por generaciones de investigadores. Hoy, sin embargo, se han vuelto repentinamente estériles. Sin negar categóricamente la posibilidad teórica de periodicidades regulares, los climatólogos se interesan cada vez menos en la existencia de fenómenos cíclicos de duración invariable y en un "eterno retorno" de los climas. La noción de *fluctuación*, esto es, cambios cuya realidad física es indudable, pero cuyo período es cambiante, ha acaparado su atención.

Los historiadores serios no se han sometido al veredicto de la meteorología científica. Se han alzado de hombros frente a las temerarias reconstrucciones de los novelistas del clima. "No me fío de las explicaciones climáticas", dice un histo-

[9] Douglass, 1919, 1928, y 1936.

[10] Bibliografía de sus trabajos en Guitton, 1958, p. 89, y Beveridge, 1922, pp. 412-454.

[11] Brückner, 1890.

[12] Tardetsky, 1961.

[13] Frolow, 1958.

riador economista,[14] haciendo eco del sentimiento general de su gremio. La desconfianza es justificada, ya que a cada una de esas "explicaciones" puede oponérsele fácilmente otra explicación adecuada, inmediata e inteligente, en la que la determinación sea puramente humana. De ese modo, la demografía, la moneda, la escasez de subsistencias y la baja productividad pueden dar cuenta de las "crisis" que encontramos en ciertos sectores, en diversos períodos del siglo XVII. En cuanto a *la* "crisis del siglo XVII" —en todo el sentido secular de esta expresión—, los historiadores aún no se ponen de acuerdo[15] sobre si esa "crisis" existió realmente, como tal, y si abarcó todo el siglo. Parece pues prematuro buscar una explicación climática para un fenómeno cuya existencia misma es aún dudosa. Para terminar, debo mencionar que, en otros campos, frecuentemente basta, con el fin de realizar un análisis último, con recurrir a motivaciones económicas y caprichos del gusto, para justificar los cambios de pesquerías y, con más razón, los cambios de la moda femenina.

En la región mediterránea, la relativa decadencia de España, por ejemplo, no se debe a una baja en la higrometría, sino a la estructura social, a una religión demasiado "total", a las transformaciones monetarias del Renacimiento y del Barroco, a un sistema de valores no adaptado al capitalismo, a una geografía poco satisfactoria con respecto a las exigencias de la economía moderna. Por otro lado, las desastrosas epidemias de peste, pulmonar o bubónica, ocurridas durante los siglos XIV y XV —y de cuya existencia nadie duda—, entre los distintos factores, fueron de una eficacia más temible, como causa de ciertas caídas, que cualquier hipotética onda de frío o humedad.

Las controversias sobre las catástrofes del bajo medievo (1348-1450) siguen, en realidad, tan activas como hace algún tiempo, y no es inútil incorporar aquí, en pocas líneas, el expediente de los eventos climáticos de la "gran crisis" de los siglos XIV y XV. Entre las muchas causas que pudieron

14 P. Jeannin.

15 *Cf.* acerca de esto a Baehrel, 1961.

provocarla, se suele citar, en efecto, por lo menos a modo de hipótesis, la frecuencia de los años húmedos,[16] que empezaron cerca de 1310 y continuaron durante todo el siguiente siglo. Lo que esos años húmedos pudieron causar es la destrucción y descomposición de las cosechas y las vendimias, lo que habría empujado a las zonas rurales del Occidente hacia la depresión e incluso el hambre, a partir de la primera década del siglo XIV y por más de 100 años...

La justificación de esta hipótesis requiere un examen preciso del volumen de las cosechas durante el período en cuestión y, también, para tener puntos de comparación, el de las épocas anterior y posterior al fenómeno.

Ahora bien, un examen de este tipo, efectuado en la gran cuenca cerealera del norte de Francia, confirmó en cierto modo la idea de un deterioro del clima, pero no obliga a pensar en una degradación de las cosechas con consecuencias desastrosas para la vida humana. Ciertamente, la década de 1310 fue muy húmeda: los diluvios de 1315[17] inundaron por igual cosechas, viñedos, sembradíos y salinas, y tuvieron en ese momento consecuencias espantosas. La cosecha de granos de 1316 fue miserable y faltó alimento; los ingeniosos panaderos, a falta de harina, mezclaban en el pan que fabricaban estiércol de puercos y palomas; todo se encareció, los huevos llegaron a venderse en Limoges a un *denier** la pieza; millones de pobres murieron de hambre y por epidemias en Francia, Flandes, Alemania e Inglaterra. En la Gran Bretaña y en Livonia se registraron actos de canibalismo. En 1316, los pueblos del sur de Francia comenzaron a realizar las procesiones —mitad religiosas, mitad folklóricas— de las *babosas,* animalitos que consideraban encargados de conjurar esa lluvia con la que se les relacionaba.[18] Para terminar, los habitantes de Tournai,

[16] J. Favier, por ejemplo, en un libro estimulante sobre los finales de la Edad media, subrayó con toda la precaución que se imponía el problema de esta hipotética recurrencia de la humedad (Favier, 1968 pp. 127-129). Otros autores, especialmente Heers, 1966, pp. 92-93; Carpentier (E.), 1962, pp. 1078-1079, etc., hicieron lo mismo, manifestando una prudencia análoga.

[17] La mejor exposición sobre esto se encuentra en Luca, 1930.

* Moneda romana de plata.

[18] *Guide de la France mystérieuse,* Tchou, París, 1964, p. 964.

en la obscura Valonia, se vieron obligados —¡horror!— a beber el execrable vino de las vides locales, pues los viñedos franceses situados al sur, que abastecían normalmente las ciudades belgas, tuvieron ese año una vendimia deplorable, ya que la uva se había perdido por las lluvias. . .

Los detalles son atroces o pintorescos pero, a final de cuentas, sólo se ubican en la década de 1310,[19] durante la que sobresale el hambre de 1316. Si nos colocamos, en cambio, en la escala secular, la misma que interesa a los historiadores del siglo XIV, vemos que la producción agrícola se recuperó muy pronto de los desastres de 1315. Limitémonos a algunos ejemplos: cerca de París, las reservas de trigo, vino y avena de la abadía de Saint-Denis, provenientes de gran número de tierras y de viñedos,[20] son giroscópicamente estables entre 1284 y 1342; sería difícil detectar en las gráficas de las cosechas "san dionisianas" algún indicio mínimo de una baja secular. ¡Ni mencionar una crisis larga en esos 60 años! Ciertamente, breves accidentes climáticos de otro tipo pueden afectar, en un intervalo corto, las curvas de almacenamiento de la gran abadía; pero tales accidentes no pueden modificar por mucho tiempo la tendencia general que permanece horizontal, siempre igual, de un lado al otro del período entre 1284 y 1342. De haber ocurrido, entre esas fechas límite, esa hipotética "degradación del clima" no tuvo la más mínima consecuencia negativa sobre esa rica, estable e inmóvil agricultura parisina de la Edad Media en su madurez. Los desastres acumulados, que nada tienen de meteorológicos, ocasionados por la peste, los ingleses y los bandidos, a partir de 1346-1348, fueron los que llevaron al abismo los diagramas, hasta entonces impávidos, del producto de las cosechas de vino y granos registradas en los archivos de Saint-Denis.[21]

La misma situación se encuentra en los casos de Flandes y la zona norte de la Francia actual. Si la hipótesis de un

[19] Esta década fue efectivamente muy húmeda; *cf.* la cronología de Titow, 1960.

[20] Los registros de cuentas de los que extrajeron las cifras están incompletos en el caso de la década de 1310.

[21] Acerca de todo esto, *cf.* Fourquin, 1964, pp. 195-221 (gráficas), y más recientemente *idem*, p. 52 *ss*.

siglo XIV demasiado húmedo y de una degradación de las cosechas vinculada a él fuera exacta, en ese período del bajo medievo debieran encontrarse —en esa región nórdica, que aun en tiempo normal está cubierta por una espesa capa de nubes dispuestas a reventar en lluvia—, rendimientos de trigo, si no bajos, por lo menos declinantes. ¡Pero no es así! Tanto en Picardía, Artois y Flandes, como en los cultivos de cereales de Thierry d'Hireçon (ese sorprendente personaje que fue uno de los "gorilas" de Guillaume de Nogaret, y que después se dedicó durante largos años a la agricultura, para, en los últimos años de su vida, entrar definitivamente en la religión y morir siendo obispo de Arras), así como en los campos de la abadía de Notre-Dame des Prés, en Dovai, las cosechas cercanas a 1319-1340 resultaron excelentes y abundantes: Thierry por una parte, Notre Dame por la otra, cosechan y almacenan, en promedio, de ocho a 10 granos por grano sembrado. O sea, un rendimiento comparable en todos aspectos al que se obtendría en la misma región en los prósperos años del siglo XVIII. No fue sino a partir de 1340 cuando las operaciones militares destrozaron la región, y poco después las epidemias acabaron, durante 30 años, con esa prosperidad de los campos del Artois y el Hainaut. En cuanto a la lluvia excesiva, según documentos fidedignos, no parece haber tenido ningún papel importante en esa decadencia tardía.[22]

Tampoco parece ni cercanamente acertada la idea de que la evidente decadencia de la viticultura septentrional[23] durante el siglo XVI pueda ser imputable a una degradación del clima. Tomemos como ejemplo los viñedos marginales (que hoy en día casi han desaparecido) ubicados al norte de París. De 1350 a 1400, y aun más allá de esa fecha, estos viñedos estuvieron en constante decadencia, podríamos decir que hasta en ruinas. ¿Fue a causa de inviernos demasiado crudos que mataron las cepas, de heladas de primavera demasiado frecuentes, o de veranos demasiado lluviosos que

[22] Sobre estos aspectos, mi documentación procede básicamente de Richard, 1892, y de Fossier, 1955.

[23] *Cf.* a propósito de esto, el mapa que proporcionó H. H. Lamb, 1966 (libro), p. 191.

licuaron los racimos? ¡Claro que no! Hay textos que aclaran esto. En 1399, el abate de Saint-Denis (otra vez él) mandó una escuadra de monjes, excelentes conocedores de las grandes vides y las buenas botellas, a averiguar las causas de la deplorable situación de los viñedos del monasterio. Están descuidados, abandonados. . . ¿Cómo se pudo llegar a esto, se preguntan los monjes?

La respuesta de los enviados, que se encuentra consignada para la posteridad en el *Libro verde*[24] de la abadía, es en apariencia optimista. "Vuestros viñedos, dicen al padre abad, dan en principio un excelente rendimiento. Bien trabajados, podrían producir en toda la extensión *cuatro colas por arpende*." Ese decir, un mínimo de 20 hectolitros por hectárea y probablemente hasta 30 hectolitros, si admitimos que, como sería lógico,[25] los monjes utilizaron el *arpende* de París (34 áreas) y la *cola* de Saint-Denis (386.5 litros). Tales rendimientos son magníficos para la época e indican que el viñedo parisino, a pesar de estar ubicado muy al norte, no estuvo sometido durante el siglo XIV a presiones climáticas más desfavorables que las de otros tiempos.

¿Pero por qué, en tales condiciones, entran en crisis los viñedos de París en esa época? ¿Por qué peligran? La respuesta de los monjes a estas preguntas, muy sopesada, pone al clima una vez más fuera de juego.

> Vuestros viñedos, dicen al abad, si estuvieran bien cultivados, producirían cuatro *colas* de vino por arpende. . . Como la *cola* se vende a 12 cuartos, el arpende rendiría, una vez vendido el vino, 128 cuartos. Desgraciadamente. . . los gastos absorberían todo el beneficio. El labrado por sí solo (sin contar la vendimia, que siempre es costosa) le hará gastar 140 cuartos por arpende, o sea más de lo que se ganaría en la venta del vino. Lo mejor es pues abandonar la actividad vitícola: ya no es rentable.

Quise citar ampliamente este texto de los monjes de Saint-Denis, ya que en mi opinión aclara perfectamente esta

[24] *Arch. nat.*, LL 1210.
[25] *Cf.* a propósito de esto, a Fourquin, 1964, Introducción.

cuestión. Si las viticulturas marginales del Norte retrocedieron en el siglo XIV —después de la peste, es decir, después de 1348— no fue porque el clima le negó a la vid su porción de calor. Fue más bien porque el despoblamiento causado por la epidemia y la guerra ocasionó que la mano de obra para la labranza y la cosecha se encareciera demasiado. Una evidencia que respalda esta idea claramente es que, un siglo y medio después, hacia 1560, según cifras de los propietarios de viñedos, el rendimiento de los viñedos de París no aumentó, pero los salarios reales, mucho más bajos que en 1400, permitían obtener apreciables beneficios. De pronto, contra lluvia, viento o marea, esos viticultores parisinos, aunque en pleno inicio de la pequeña era glacial, reencontraron el gusto y el placer de sembrar. Con las ganancias de sus viñedos, que a partir de entonces resultaron nuevamente rentables, pudieron pagar los estudios de sus hijos, por ejemplo, así como las clases de laúd, clavicordio y hasta las de escritura[26] de sus hijas mayores cuando cumplían 18 años.

Una vez más, en el examen minucioso de los textos inéditos no tiene sitio la explicación climática que resultó realmente demasiado general y ambiciosa. Un estudio preciso de las condiciones meteorológicas de la primera mitad del siglo XIV[27] indica además que, en conjunto, esas cinco décadas (1300-1350) no fueron excepcionalmente húmedas y, por lo tanto, tampoco particularmente nefastas para los granos ni para la vid en las tierras próximas a la Mancha. Los promedios de humedad de los veranos ingleses de las décadas entre 1300 y 1340 oscilan, en la escala establecida por H. H. Lamb, alrededor de 6.5 y, después, alrededor de 6.5 y 7. Estos datos pueden compararse entonces con sus homólogos de las décadas más secas de los siglos XI, XII y XIII. No fue sino en el curso de la década de 1310-1319, que fue absolutamente excepcional, cuando el promedio de humedad subió momentáneamente a 15.0, lo cual es propio de años

[26] *Cf.*, en relación con esto, las reveladoras cuentas de una viticultora, la viuda Couet, en 1552-1572 (Bibl. nat., nuevas adquis. franc. ms no. 12396).

[27] *Cf.* al respecto los índices decenales de H. H. Lamb (libro), 1966, p. 217.

extremosos. Pero en realidad sólo se trató de una onda momentánea de lluvias (onda que, como hemos visto, contribuye a la explicación del hambre de 1315-1316), y no de una tendencia duradera de los veranos británicos a ser más húmedos, que habría pesado como una obscura nube sobre toda la primera mitad del siglo XIV.

En cambio, aunque después de 1350, en Inglaterra se destaca claramente una sucesión de varias décadas, caracterizada por sus veranos muy húmedos (décadas de 1350-1360, 1360-1370 y 1370-1380). En ellas, los efectos de la peste —que no estalló en ningún momento del medio siglo anterior— resultaron arrolladores, por lo que la explicación climática no puede tener más que un papel muy secundario: la peste de 1348 dejó a Inglaterra sin 25% de su población, la de 1360 sin 22.7%, la de 1369 sin 13.1%y la de 1375 sin 12.7%... Aun si no aceptamos en detalle estas cifras de Russell[28] (y los historiadores que lo han criticado no lo hicieron sin cierta razón), no podemos dudar de las enormes pérdidas humanas debidas a esos cuatro ataques de pandemia sucesivos. ¿Cuánto pueden pesar, comparadas con esos gigantescos golpes, algunas lluvias de más y algunas cosechas echadas a perder?... La respuesta es clara: en Occidente, a partir de 1348, el gran responsable del marasmo, del despoblamiento y de la consecuente crisis económica, no es el clima; es, indiscutiblemente (entre otros factores), el bacilo de Yersin. En el continente contribuyeron además la guerra, los asaltos, la enorme ola de criminalidad y de gangsterismo que reinaba en Francia durante la Guerra de los Cien Años; al lado de esta situación, el Chicago de los años 20 de este siglo parecería una parcela de paz, de concordia y de tranquilidad.

Pero permanezcamos en lo nuestro. El trabajo intelectual de tipo antropocéntrico, que consiste en considerar una vasta crisis humana de tipo secular, como la de la Edad Media, para encontrarle luego una explicación climática, no parece ser un hilo conductor válido. Una constatación

[28] Russell, 1948; Carpentier, 1962, p. 1083.

de este tipo abarca algo más: el antropocentrismo ingenuo de los primeros historiadores del clima era también, frecuentemente, un tipo de razonamiento en círculo vicioso. Huntington explicaba las migraciones de los mongoles por las fluctuaciones de las lluvias y de las presiones en las zonas áridas del Asia central.[29] ¡Brooks,[30] a su vez perseverante, establecía una curva de las precipitaciones en el centro asiático, basándose en las migraciones de los mongoles! El primero extrapolaba del barómetro a los mongoles. El segundo, peor aún, de los mongoles al barómetro. Doble petición de principio. ¿Cuál de los dos giraba más en redondo?

Muchos científicos e historiadores tuvieron una reacción absolutamente contraria hacia esos métodos y esas barbaridades: la tentación de un triunfo fácil o la refutación fulminante, negar en forma radical, simple y sencillamente, las variaciones "recientes" (históricas) del clima. Así pues, Angot y Arago en el siglo XIX y más recientemente André Aymard[31] citan hechos con sentido común (estabilidad de los límites vegetales, fronteras de los viñedos, etc.), para negar la posibilidad de fluctuaciones climáticas desde la Antigüedad. Se limitan a oponer rígidamente una posición fidista al transformismo descabellado de los autores del clima-ficción.[32] Al rebasar su objetivo, este tipo de crítica pone en peligro la posibilidad de una historia científica del clima.

Sin embargo, una historia así es posible, con la condición de liberarse radicalmente (como la geografía climática)[33] de prejuicios antropocéntricos, de no limitar la realidad al tiempo preconcebido de un ciclo y, sobre todo, de limitarse también a hechos rigurosamente climáticos, para elaborar las secuencias históricas básicas. Una migración, una ham-

29 Huntington, 1907, pp. 378-379.

30 Brooks (C. E. P.), 1950, p. 321, no duda en escribir: "Mi curva pluviométrica de Asia (fig. 33 de Brooks, 1950) se basa principalmente en el diagrama de Toynbee sobre las migraciones, regidas por los niveles del Caspio." (!) Igualmente Gumilev, *Cahiers du monde russe*, 1965.

31 Angot, 1883; Aymard, 1951.

32 Huntington, 1907, cuestionado principalmente por A. Aymard.

33 Pédelaborde, 1957, pp. 29-37.

bruna o un conjunto de ellas (y con mayor razón una curva de precios agrícolas) no son, no pueden ser, hechos estrictamente climáticos. Las migraciones responden a móviles y determinaciones humanos extraordinariamente complejos. El hambre deriva de distintas condiciones adversas que abaten las cosechas de cereales y cuya causa climática no puede preverse *a priori*, pues puede ser granizo, hielo, lluvia, niebla, parásitos, sequía o episodios meteorológicos a veces muy cortos y climáticamente insignificantes.

En cambio, encontramos documentos climáticos valiosos estudiando las observaciones meteorológicas antiguas. Y antes de ellas, los libros de razón y, en general, todos los textos en que hay apreciaciones no cuantitativas sobre la meteorología de tal o cual año, o de los días, las semanas, los meses o las estaciones. Entre otros documentos, podemos mencionar también las fechas de cosechas (más que el volumen de las mismas), y los textos, descripciones y representaciones iconográficas de los glaciares. Si previamente se le hace objeto de una crítica y de un análisis cuantitativo, todo este conjunto de documentos puede servir como fuente, como material, como *corpus* al historidor del clima; la condición, obviamente, es que todo esto sea llevado por él hacia la historia misma de los elementos aislados y discretos de la meteorología: por una parte temperaturas y por otra precipitaciones; secundariamente, cuando sea posible, viento y presiones, sol y nubosidad. Sólo así nuestro oficio podrá trascender la historia romántica del clima y alcanzar una historia científica, de modo similar a como se pasó, en otro terreno, de la alquimia a la química.

Objeción: este tipo de investigación, esta clase de documentos y estos métodos, como tales, no interesan directamente a la historia humana, sino a una especie de historia *física*, historia de las condiciones *naturales*. ¿Acaso el historiador que insista en aplicar unos y otros no se arriesga a traicionar la visión que le encomendó Marc Bloch en un célebre texto? "Detrás de los rasgos sensibles del paisaje, detrás de los escritos aparentemente más helados. . . no son sino los hombres los que el historiador quiere captar. Aquel que

no lo logre será, cuando más, sólo un peón de la erudición. El buen historiador es como el ogro de la leyenda; sabe que su presa está ahí donde huele a carne humana."[34]

Es una bella formulación, pero, por qué negarlo, siempre me pareció demasiado estrecha, inadecuada para el verdadero espíritu científico, a pesar de mi gran admiración por Marc Bloch. ¿No hemos dejado ya el tiempo en que los filósofos y físicos griegos sostenían que el hombre es "el centro del mundo" y "la medida de todas las cosas"? Después de los presocráticos y Ptolomeo, hemos conocido ya muchas revoluciones copernicanas.

Además, para decirlo más precisamente: tomar al pie de la letra las referencias al "ogro" y a "la carne humana" sería admitir que el interés del historiador profesional elude sistemáticamente cualquier clase de *documentos* seriados o cualitativos: observaciones meteorológicas antiguas, textos fenológicos y glaciares, apreciaciones sobre los acontecimientos climáticos, etc. La historiografía estrictamente humanista podría, cuando mucho, tomar en cuenta esos documentos: pero nunca con el fin de desarrollar a fondo y como fin en sí mismo su información climática intrínseca. Los usa únicamente como ayuda para precisar tal o cual punto, por lo general ínfimo, de la historia humana, y de importancia sólo para la erudición local o particular (como lo sería un detalle sobre la historia del termómetro en tal época, o la evolución de una técnica de vendimia en tal viñedo).

Hasta este momento, la actitud que ha prevalecido de hecho es la primera: la del desinterés. La falta de historiadores que estudien estas series de antiguos documentos climatológicos es casi total.

Las consecuencias de esta carencia han sido bastante graves. Pues aun si estos documentos no interesan esencialmente a la historia humana, que Marc Bloch considera la única digna de interés, su uso para investigación y análisis forma parte del verdadero oficio de historiador, y sólo a él incumben. Si el trabajador calificado no se presenta para cumplir

[34] Bloch, ed., 1949.

con su trabajo, el documento queda sin dar lo suyo, abandonado. En el peor de los casos —y el más frecuente— se pierde: ¿de las decenas y decenas de registros manuscritos de observaciones meteorológicas del siglo XVII, recopilados por Argot en su gran artículo de 1895,[35] cuántos conservamos?

Por supuesto que "lo peor no siempre es seguro" y, en muchos casos, ante la falta de historiadores, han surgido otros investigadores calificados: afortunadamente, paliaron la falta de súbditos de Clío.

En Inglaterra —favorecida por los dioses en cuanto a la historia del clima—, por ejemplo, meteorólogos y geógrafos emprendieron la tarea: reunieron por su cuenta textos antiguos sobre las intemperies, y conjuntaron magníficas secuencias.[36] Por otro lado, el estudioso de la Edad Media, John Titow,[37] descubrió en los archivos privados de Winchester centenares de textos inéditos sobre la meteorología del siglo XIII.

En Francia, en cambio, no sucedió lo mismo. Los historiadores se abstuvieron definitiva y tercamente durante mucho tiempo; ¿fue acaso por casualidad que la fenología histórica progresó poco después de Angot? ¿Y si no se exhumaron textos antiguos y significativos sobre los glaciares de los Alpes después de Mougin, Richter y Allix, fue también por casualidad? ¿Y el azar también contribuyó a que no se reconstruyera en Francia ninguna secuencia meteorológica del siglo XVIII después de Renou?[38] No, no fue casualidad. La ciencia falló en este campo, por demás apasionante, de las fluctuaciones climáticas; el conocimiento se estancó en él porque (después de los trabajos iniciadores de algunos pioneros y geniales aficionados) los especialistas que hubiesen podido realizar la investigación (esto es, historiadores del medievo y de la época moderna) la eludieron: sólo se interesaron por la historia humana; y preocuparse por los

[35] Angot, 1895.
[36] Lamb, 1966.
[37] Titow, 1960.
[38] Angot, 1883; Mougin, 1910-1934; Richter, 1877, 1888, 1891 y 1892; Allix, 1929, sobre la serie de Renou; *cf.* también Garnier, 1955.

fenómenos naturales, como fin, les parecía indigno de su vocación humanista.

Para evitar que todo un campo de la investigación sea olvidado, si no contradecir, conviene por lo menos completar el pensamiento de Marc Bloch. Hacer de un historiador un especialista en la humanidad es mutilarlo. El asunto del historiador es el tiempo y los archivos, y no debe quedar al margen de todo lo que a la vez es documental y cronológico. De ese modo, puede ser —y será siempre— ese "ogro" simpático y antropófago del que habla Bloch. Pero, en algunos casos, puede interesarse también por la Naturaleza como tal. Sus búsquedas y métodos de archivo, irreemplazables, pueden hacernos conocer sus cronologías particulares o, por ejemplo, el ritmo y las fluctuaciones recientes del clima.

En otros términos, así como existen una geografía física y una geografía humana, una *morfología* y una *geografía*, también pueden existir, con respecto al período llamado histórico, en el que ya hay documentos escritos, una historia física y una historia humana, o simplemente una *geohistoria* (en un sentido más reducido que el que dio al término Fernand Braudel) al lado de la *historia* a secas.[39] Se trata, en suma, de dos sectores de la ciencia, de importancia desigual, que usan los mismos métodos y que están relacionados con el oficio de historiador, tanto con sus reglas tradicionales (uso riguroso del documento), como con nuevas normas (análisis cuantitativos).

Definida la historia del clima como una investigación autónoma por su objeto, pero emparentada con la historia humana por sus métodos, se enfrenta a diversos problemas de "fronteras".

En primera instancia con las otras disciplinas que se han ocupado, hasta ahora, solas y por su cuenta, de la evolución "reciente" del clima: meteorología, geografía y morfología, geología, palinología, dendrocronología, arqueología, glaciología, física del carbono 14, etcétera.

[39] Braudel, 1949.

El historiador del clima debe, para empezar, aprender todo acerca de esas investigaciones, más antiguas que las suyas y ya constituidas en cuerpos de doctrinas y de resultados. Toma de ellas el marco de su investigación; les solicita datos de base sobre las fluctuaciones climáticas bien definidas y sobre la interpretación climatológica de esas fluctuaciones. Y si bien esos "préstamos de datos" se llevan a cabo desde hace tiempo, no fue sino hasta recientemente, gracias a que los glaciólogos y geomorfólogos[40] observaron las morenas recientes, que se pudieron interpretar correctamente los textos antiguos sobre los glaciares, exhumados por los historiadores locales, por los eruditos o los archivistas también locales.[41] Lo mismo sucede con las secuencias fenológicas y las fechas de vendimia, que adquirieron todo su significado histórico al ser comparadas con las observaciones sistemáticas de los meteorólogos.[42]

El historiador, sin embargo, no entra al juego sólo para recibir, sino también para dar. Y no permanecerá durante mucho tiempo con las manos vacías, mendigando o pidiendo a las otras ciencias los datos básicos que necesita. Pues a su vez, y desde los primeros resultados de su investigación documental, el historiador del clima se transforma en proveedor oficial, más allá de sus fronteras, de información irreemplazable. Les brinda a las otras disciplinas relacionadas con la evolución del clima aquello que más les falta: la cronología fina, la fecha exacta. Así, las morenas glaciales de Chamonix y del Tirol —por su frescura pedológica y por los datos del C 14— sirven de prueba a los glaciólogos de que hubo un gran avance glacial entre 1550 y 1760, más exactamente aún entre 1600 y 1710.[43] Los textos exhumados de los archivos, además de confirmar, *fechan* ese avance con una exactitud superior a la de cualquier técnica de radiocarbono, que tiene siempre una aproximación de más o menos un siglo. En efecto, esos textos indican,[44] por

[40] Kinzl, 1932; Mayr, 1964.
[41] Letonnelier, 1913.
[42] Angot, 1883; Garnier, 1955.
[43] Mayr, 1964; *cf.* también Corbel y L. R. L., 1962.
[44] Drygalski y Machatschek, 1942, pp. 214-216; e *infra*, cap. III.

un lado, una arriada glacial permanente en el siglo XVII y, por otro lado, al individualizarlos, hacen destacar de esa arriada de fondo varios puntos máximos de los glaciares en 1600-1601, 1643-1644 y 1679-1680.

Otro hecho significativo es que cuando los meteorólogos, geólogos y biólogos se reunieron para empezar a estudiar el clima de los siglos XI y XVI, invitaron a unos diez historiadores del mundo rural y de la economía y al final terminaron confiándoles la parte esencial de la elaboración de las secuencias climáticas, ya que eran quienes poseían la información sobre las secuencias anuales, continuas, cuantitativas y homogéneas que necesitaban los otros hombres de ciencia.[45]

Las relaciones entre la historia del clima y las otras disciplinas del devenir climático son inconcebibles sin un intercambio fecundo y mutuo, sin un flujo ininterrumpido de información en ambos sentidos. De ahí el carácter doble de la presente obra. Por una parte, es una indispensable exposición de los resultados obtenidos por las otras disciplinas —debidos a las especialidades bien definidas actualmente—. Por otra parte, es también una historia climática de historiador.

Falta definir otra frontera y otro tipo de relación: la que une a la historia climática con la historia humana. La primera, una vez en posesión de sus métodos propios y de sus resultados iniciales (cuyo antropocentrismo, como ya lo dijimos, debemos evitar), puede desembocar en la segunda. Se trataría, en tal caso, de una segunda etapa de la investigación, durante la que el clima no se observaría como tal, sino como "lo que es para nosotros", como una ecología del hombre. La historia climática se convertiría entonces en historia ecológica. Sería fuente de preguntas como ésta: ¿las fluctuaciones del clima —o, más modestamente, las fluctuaciones breves de la meteorología— tuvieron acaso influencia sobre el hábitat humano, en el más amplio sentido del término? ¿Tuvieron, por ejemplo, efecto sobre las cosechas

45 *Proceedings*, 1962; "Diagramas de Aspen", 1965.

(y por ende sobre la economía)? ¿Tuvieron efecto sobre las epidemias y las enfermedades (y por ende sobre la demografía)?

Pero repito, éste no es más que un segundo estadio de la investigación histórico-climática, y jamás un estadio *a priori* necesario. En este libro no pretendo, ni puedo, recorrer *todas* las sucesivas etapas; trataré pues, esencialmente, los problemas de la primera etapa estratégica, aquella que fue despreciada durante mucho tiempo: la etapa inicial, obligatoria, que lleva a la constitución de una historia climática pura, libre de toda preocupación o presuposición antropocéntrica (referente al período anterior a las observaciones rigurosas).[46]

Mencionaré con brevedad, y sólo de manera "lateral", algunos problemas de la segunda etapa, la que quizá llevará a la constitución de una historia ecológica, de una historia climática relacionada con la humana.

Nota adicional

Por lo general, los testimonios recientes sobre la localización movediza de los cultivos agrícolas son de interpretación difícil y hasta peligrosa en términos de "cambio de clima". Un ejemplo: en Francia, durante toda la pequeña era glacial (1550-1850), y en particular entre 1550 y 1600, décadas sumamente frías, el olivo no dejó de desplazarse hacia el norte de su límite de cultivo septentrional.[47] ¿Debemos acaso interpretar esta deriva como prueba de un calentamiento del clima? ¡Obviamente no! Gracias a otros testimonios sabemos que el clima de Europa jamás fue tan frío como en ese período que ha merecido el calificativo de "pequeña glaciación". Si, a pesar de todo, el olivo siguió

46 En principio, el período siguiente, el de las observaciones rigurosas (siglos XIX y XX), incumbe a los meteorólogos de profesión y no a los historiadores profesionales. Sólo me ocuparé de este último período (*infra*, pp. 99 *ss.*) en cuanto que ofrece modelos para la comprensión de épocas anteriores.

• A propósito de la nota 8 de la página 17.

47 Textos de Le Roy Ladurie, 1966, vol. I, 2ª parte, cap. I.

"retrocediendo hacia el Septentrión",[48] en aquellos años, se debió a los intrépidos esfuerzos de los oleicultores que se obstinaron en plantar, contra el clima y a contracorriente, cada vez más al norte, para aprovechar un mercado que crecía. Paradójicamente, el límite norte de los olivares franceses no se moverá de nuevo hacia el sur... ¡sino hasta el siglo xx! En pleno período de calentamiento, cuando teóricamente debieran haber más esperanzas de colonizar con el olivo las regiones septentrionales. Sin embargo, los oleicultores de hoy en día no toman en cuenta, en sus decisiones, estas condiciones físicas que parecerían serles favorables: abandonan sus olivares nórdicos, pues además de marginales, les son cada vez menos rentables, debido a la competencia de los aceites italianos, españoles y tunecinos que se ha vuelto irresistible por razones económicas. En ambos casos —expansión hacia el norte... en el tiempo de la "pequeña glaciación", y descenso hacia el sur, en el siglo xx—, los cambios del clima no tuvieron relación con los merodeos del olivo. Con gusto afirmaré lo mismo acerca de los desplazamientos de los límites norteños de los viñedos durante el período histórico...

[48] Expresión de Olivier de Serres (citado, *ibid.*).

II. LOS BOSQUES Y LAS VENDIMIAS

El período premeteorológico, anterior a las observaciones rigurosas, coincide con el del último apogeo de las sociedades tradicionales (antes de 1800-1850). En tales sociedades, básicamente agrícolas, las relaciones entre la historia del clima y la historia del hombre tenían, efectivamente, un carácter estrecho e inmediato que hoy en día han perdido.

Tan lo sabían los campesinos de entonces que, a su santoral ingenuo, habían incorporado santos especializados, algo así como pequeños dioses rústicos encargados de proteger las fincas y las cosechas de la falta o el exceso de lluvia, o de los daños causados por las tempestades. En Semur-en-Auxois (Costa de Oro), el hermoso vitral de una gran iglesia, diseñado en el siglo XVI, asocia a San Medardo, abogado de la lluvia, con Santa Bárbara, que protegía contra los rayos (y que era además patrona de los mineros). La imagen del vitral es digna del marqués de Sade (y nos preguntamos lo que inspiraba en los fieles): nos presenta el cuerpo de Santa Bárbara, mártir de desnudos senos, golpeado, encadenado, atravesado por ganchos puntiagudos y, finalmente, quemado en la hoguera. Al cabo de todos estos sabios preparativos, de esta "cocina", el cuerpo de la santa, torturado y quemado, podrá inmunizar a los humanos contra el fuego y el rayo y, finalmente, podrá guiar con seguridad los picos de los mineros, en el seno y las entrañas de la Tierra.

En el marco de su "pensamiento salvaje", por lo tanto, los campesinos habían previsto escudos y pararrayos contra los peligros del clima. Pero ese clima que los colmaba o los agobiaba, según los años, no los impulsó a dejarnos una crónica rigurosa y continua de su devenir.

El vacío es irreparable y resulta inútil lamentarse ahora de que las sociedades tradicionales no nos hayan dejado registros regulares de las temperaturas y las precipitaciones. . .

Ante la falta de registros en el siglo XIX, algunos estudio-

sos de aquel pasado,[1] al examinar los distintos períodos antiguos sin una actitud metódica, sólo pudieron percibir los acontecimientos del clima que más afectaron la imaginación de los contemporáneos: sequías "espantosas", heladas "horripilantes", "grandes" inviernos, "diluvios", inundaciones, etc. Eso nos muestra el carácter subjetivo, heterogéneo y discontinuo, breve y casual de dicha documentación. Una golondrina no hace la primavera: una "serie" de heladas catastróficas con intervalos de algunos años no constituye tampoco (o por lo menos no *a priori*) "un período frío". Todo ese material casual, para ser significativo, antes debe ser examinado, fichado, clasificado y organizado.[2]

Más que los hechos, con frecuencia poco convincentes, fue una fe ciega la que animó este tipo de investigaciones meteorológico-históricas, bastante primitivas. Una fe como la que llevó a Huntington a explicar la caída del Imperio Romano por una desviación de la ruta de los ciclones y por un agostamiento de las tierras mediterráneas.[3] Volvemos a encontrar, en la base de estos trabajos, esa perezosa y altamente cuestionable premisa que afirma una influencia determinante del clima en la historia.

Para salir del callejón sin salida de los procedimientos tradicionales, la investigación debe tomar nuevos caminos. Recurrir a los métodos de conocimiento climatológicos, biológicos o, por lo menos, históricos y estadísticos, que son esencialmente positivos, y debe prohibirse, desde un principio cualquier idea preconcebida. El fin debe ser, en principio, establecer con rigor las secuencias *anuales, cuantitativas, consecutivas* y *homogéneas* del comportamiento de los elementos meteorológicos.

El primero y más desarrollado de los métodos biológicos es la "dendroclimatología";[4] su idea básica es bien conocida: toda sección, todo corte transversal practicado en el tronco de un árbol hace aparecer una serie de anillos con-

[1] Por ejemplo Fuster, 1845.
[2] Como lo hizo por ejemplo Lamb, 1966.
[3] Huntington, 1915, pp. 262-270.
[4] Respecto a la bibliografía sobre este problema, demasiado abundante para evocarla en una nota de pie de página, *cf.* el anexo 16.

céntricos; cada anillo representa el crecimiento del árbol durante un año y la cuenta de todos esos anillos brinda de inmediato la edad del árbol.

Pero, si bien el conjunto de los anillos de un árbol tiene un evidente valor cronológico, cada anillo, tomado aparte, tiene en sí mismo un significado climático; refleja una historia, la de las condiciones meteorológicas —favorables o adversas— que imperaron durante el año en que se formó. Un año favorable equivale a un anillo ancho y grueso. Un año desfavorable, a una cinta delgada, estrecha y algunas veces apenas visible. El anillo de crecimiento arbóreo incorpora realmente los datos meteorológicos del año en que creció. De alguna manera, proporciona una calificación climática a ese año. Si en una gráfica colocamos los años sobre una de las coordenadas, y el espesor de los anillos sobre la otra, obtenemos la "curva de crecimiento" del árbol. Correctamente interpretadas, las fluctuaciones de esa curva indican variaciones meteorológicas de un año a otro.[5]

Surge, sin embargo, una pregunta: ¿qué debemos entender por condiciones "meteorológicas favorables o desfavorables"? Y, antes que nada, ¿cuál de las condiciones es la determinante, la temperatura o las precipitaciones, o ambas? Tanto la razón como la experiencia han llegado a la misma respuesta: todo depende del lugar.

En países semiáridos —por ejemplo, en el norte de África o el sudoeste de los Estados Unidos—, en donde el déficit de precipitaciones es grave y donde, en cambio, no falta calor para el árbol en el período vegetativo, una larga serie de anillos, la mayoría de ellos muy delgados, puede traducirse, sin miramientos, como un período de pronunciada sequía; inversamente, una hueste de anillos anchos señala períodos húmedos. Tales "señalamientos", que son el reflejo de correlaciones específicas de los países muy secos y

[5] Es imposible dar una visión absolutamente completa de los métodos empleados por los dendroclimatólogos, en el marco de este libro; recordemos solamente que el espesor promedio de los anillos disminuye del centro (año de juventud, crecimiento vigoroso) a la periferia del árbol (vejez), y que no se toma en cuenta el espesor absoluto de cada anillo, sino la diferencia que existe entre el espesor absoluto y el espesor promedio que debería tener el anillo, considerando su distancia del centro.

los países semidesérticos, pueden ser muy complejos y presentar diversos matices, según las especies vegetales utilizadas por los investigadores. De esta manera, en las montañas de Mesa Verde (suroeste del Colorado), el abeto Douglas (*Douglas fir*), el pino de piñón y el junípero de Utah reaccionan de distinta manera ante la presión de una sequía. Un crecimiento poco importante y anillos estrechos del abeto Douglas son la respuesta que, por lo general, éste tiene ante lluvias escasas entre agosto y febrero: a un complejo de temperaturas y precipitaciones bajas entre marzo y mayo y, además, a una mezcla de sequía y de calor fuerte durante el mes de junio, que es cuando se forma el anillo. En cuanto al junípero de Utah, si el espesor de su anillo arbóreo baja de su promedio en Mesa Verde, suele deberse a que las precipitaciones entre octubre y febrero fueron menores de lo normal. Influye además que el calor sea más intenso que de costumbre entre octubre y noviembre del año anterior, y desde marzo hasta mayo del año en curso. El pino piñón también responde con anillos delgados a un exceso de calor y de sequía, pero los meses en los cuales esos factores tienen un papel crítico no son los mismos que en las dos especies de árboles mencionados antes.[6]

Debemos considerar otro elemento: los lugares precisos en donde están localizadas las especies forestales tienen también importancia. En el norte de Arizona, los árboles más sensibles a las fluctuaciones climáticas no son los que se encuentran en el corazón protegido del bosque materno, sino los que crecen al borde bajo y árido del mismo, en los confines peligrosos del desierto, en donde la sequía es más aguda.[7]

Si, por otro lado, damos un gran salto hacia el norte y cambiamos radicalmente de latitud, los factores que limitan el crecimiento de los árboles son, por ese hecho, totalmente diferentes: en las zonas situadas cerca del círculo polar —en Escandinavia y Alaska, por ejemplo—, ya no

[6] Fritts, Smith, Stokes, 1965. *Cf.* también la bella gráfica presentada por Fritts, 1966 (*Science*), fig. 3.

[7] H. C. Fritts, D. G. Smith, J. W. Cardis y C. A. Budelsky, 1965.

es tanto la escasez de lluvia, sino la temperatura, lo que constituye el factor crítico. Entonces, podemos afirmar sin temor: anillo delgado indica un año particularmente frío; anillo grueso, un año menos frío.[8]

En las zonas intermedias —Europa occidental no mediterránea y Nueva Inglaterra, por ejemplo—, el crecimiento del árbol depende por igual de las temperaturas y de las precipitaciones. Esta heterogeneidad de los factores hace más difícil la interpretación de las curvas de crecimiento: en un ensayo sobre el haya americana de Ohio y el encino blanco de Illinois,[9] Harold Fritts logró desenmarañar ese caos. Para llegar a sus conclusiones, tuvo que analizar varios meses de correlaciones complejas pero bien marcadas.

No fue por azar entonces que la dendroclimatología se desarrollara principalmente en regiones climáticas marginales, en donde la lectura de las curvas de crecimiento resulta unívoca e inmediata. Las zonas más estudiadas por los especialistas son efectivamente Escandinavia y Alaska, por un lado, el suroeste semiárido de los Estados Unidos, por el otro (Colorado, California y Arizona). De la Universidad de Arizona, por ejemplo, A. E. Douglass, y después Edmond Schulman y Harold Fritts, han hecho aportaciones sustanciales a este campo.[10]

Fue Douglass quien, a partir de los años 1900, dio el impulso decisivo a la nueva disciplina. Astrónomo de formación, en 1901, Douglass se volcó al estudio de los árboles muy viejos, pues pensaba que el ritmo de su crecimiento estaba correlacionado, de una manera u otra, con las fluctuaciones de las manchas solares (esta suposición fue un inicio estimulante que provocó un nuevo tipo de investigación, aunque, a final de cuentas, los hechos no la ratificaron). La presencia en el oeste de los Estados Unidos de árboles o grupos de árboles —coníferas de todo tipo, especialmente secoyas, cuya edad oscilaba entre 500 y 1 500

[8] Año frío se entiende aquí, en suma, como período vegetativo frío.

[9] Fritts, 1961.

[10] Además, la escuela estadounidense encontró ilustres precursores: Leonardo de Vinci, Bouffon, Duhamel, du Monceau y Candolle tuvieron la idea, cada uno, de dedicarse al problema "dendrocronológico" (según Studhalter, 1956).

años— favoreció mucho las primeras investigaciones de Douglass. La arqueología fue una de sus primeras direcciones de trabajo: una vez que estableció una cronología rigurosa de los años particularmente secos y húmedos a partir del siglo XIV, usando árboles vivos, pudo encontrar luego, en las vigas de los pueblos indios, las sucesiones características de algunos de esos notorios años. Douglass podía determinar, con toda exactitud, la fecha de construcción del pueblo en que se habían empleado esas vigas (o sus reparaciones), pues por un lado sabía el siglo del que el árbol provenía, y podía determinar con perfecta precisión, gracias al último anillo de crecimiento contiguo a la corteza, el año en que el árbol había sido cortado.

Fue el 22 de junio de 1929 —¡exactamente!— cuando, al cabo de un largo proceso de perfeccionamiento, las técnicas de determinación de fechas que conforman la dendrocronología fueron probadas definitivamente. Tal vez el lector encuentre graciosa esta precisión militar que destaca un día particular, pero la historia de la ciencia puede también, después de todo, tener sus fechas, como la buena vieja "historia de batallas". El hecho es que ese 22 de junio de 1929, Douglass se encontraba en Showlow (Arizona), al finalizar una campaña de prospección arqueológica. Pasó la tarde en la miserable estancia de la posada local, comparando, lupa en mano, por una parte las curvas procedentes de árboles muy viejos aún vivos que había graficado en largas tiras de papel; por otra parte, los anillos arbóreos: leía éstos directamente, con la lupa, en los cortes que su equipo había preparado, con trozos de carbón de vigas calcinadas de las ruinas de un viejo pueblo local, incendiadas hacía largo tiempo. "Nos divertíamos al notar, escribe Haury, uno de los arqueólogos del equipo, cómo aumentaba la mancha de hollín en la nariz del maestro, a medida que confrontaba sus muestras de madera quemada con las gráficas que había trazado en sus papeles."

Al fin, Douglas levantó la cara ennegrecida y declaró:

Creo que lo tenemos (*I think we have it.*) Las curvas de los anillos de entre 1240 y 1300, que saqué de las secuencias de

los árboles vivos del siglo XX, corresponden –en conjunto y en detalle– a las curvas extraídas de las porciones más recientes (exteriores) de las secuencias arqueológicas (tomadas de las vigas fósiles). Eso significa que Pueblo Bonito (el lugar de donde tomamos las muestras de estudio) estaba habitado en el siglo XI y principios del siglo XII: las ruinas de Betatakin y de Mesa Verde son un poco más recientes: de mediados del siglo XIII.

De pronto, gracias a un trozo de viga sepultada en los escombros de un viejo incendio, se había encontrado el eslabón perdido (*missing link*). Después de eso, las cronologías flotantes, relativas, que los arqueólogos habían derivado de los anillos arbóreos de la madera de antiguas construcciones, extraídas de los pueblos en ruinas, concordaron perfectamente con la cronología absoluta que proporcionan los bosques seculares de Arizona. Douglass, ante sus pasmados colegas, y haciendo uso de su fenomenal memoria, pudo establecer, con base en los anillos de crecimiento arbóreo, el calendario completo de la prehistoria del suroeste de los Estados Unidos. Prehistoria que coexiste con el tiempo de la Edad Media europea.[11]

Esos métodos, ahora reemplazados por técnicas de fechado basadas en la vida de los cuerpos radiactivos (carbono 14), han permitido situar, en el momento exacto de la cronología, a un gran número de pueblos indios norteamericanos.

Douglass, sin embargo, también percibió el gran interés que tenían esos trabajos para el estudio de la historia del clima. En este último campo, su obra ha sido continuada por sus discípulos y ha llegado a resultados sobresalientes, cuya síntesis se presenta en las gráficas I y II.

En las tres curvas de la gráfica II, los tiempos —casi un milenio en total— aparecen en una de las coordenadas y el espesor relativo de los anillos de crecimiento en la otra: para construir esas curvas, Schulman utilizó datos de tres

11 Respecto a lo que precede, *cf. Tree-ring Bulletin*, mayo de 1962, p. 3 y *ss.*, y Haury, 1962.

grupos de coníferas muy sensibles a la sequía. Dos de los cuales (más que centenarios, casi milenarios) se encuentran en el norte de Arizona, en Flagstaff y Tsegi, respectivamente. El tercero se localiza en el suroeste del Colorado, en Mesa Verde. Las coníferas utilizadas en Mesa Verde y en Tsegi son abetos Douglas. En Flagstaff es una variedad de pinos. Nótese que cada una de esas curvas tiene un gran valor representativo, ya que constituye un promedio no construido a partir de un árbol, sino de un grupo de árboles dispersos en una de las tres zonas mencionadas. De ese modo, las diferencias biográficas de cada árbol (enfermedades, etc.) desaparecen y subsiste únicamente la tendencia general del clima regional. Ya en un nivel superior, la concordancia de las tres curvas, que puede corroborarse fácilmente en la gráfica, permite tener una idea general del clima en toda el área geográfica (gráfica II). Nos atreveríamos a decir que los árboles en cuestión son tan excelentes indicadores de las precipitaciones, que son unos "pluviómetros naturales".

Nos atreveríamos. . . pero tal expresión sería exagerada e inadecuada. En efecto, como lo mostró Harold Fritts en una serie de estudios notables, el crecimiento de los árboles en el suroeste árido de los Estados Unidos no está sujeto a *una* variable (la lluvia) sino a *dos* conjuntos de variables: precipitaciones y temperaturas. Las temperaturas de un año cálido aumentan la evaporación, reducen la humedad del suelo, y disminuyen, por lo tanto, el suministro de agua del árbol. Por ese hecho, el anillo de crecimiento de ese año será necesariamente más delgado.

En otros términos, el crecimiento forestal en el suroeste árido está en función de un índice de aridez que combina, con coeficientes variables, el factor sequía y el factor calor-evaporación. Fritts elaboró una serie de fórmulas y de mapas geográficos,[12] basándose en los árboles, pues éstos permiten seguir las variaciones de la aridez en todo el *Far West*, en un lapso de cinco siglos.[13]

[12] Fritts, 1964 y 1965 a y b, y, aquí mismo, Figura I.

[13] Finalmente lo que importa es el gran número de árboles utilizados

Lo que se refiere a los métodos ya está dicho, ¿pero, a qué conclusiones llegan todos estos autores después de sus pacientes investigaciones? La primera conclusión es la estabilidad general del clima en el último milenio y, de hecho, desde hace 2 000 años por lo menos: "Vigas cortadas hace 1 700 años tienen anillos de crecimiento totalmente similares a los de árboles de la misma especie que se encuentran vivos hoy en día en el mismo lugar." Conclusión que concuerda con la que otros autores han obtenido a partir de fenómenos diferentes.[14]

Una segunda idea que obtienen es mucho más interesante para el historiador: se refiere a la existencia de amplias fluctuaciones pluviométricas. Durante períodos que pueden abarcar 20 o 30 años, y *a veces hasta un siglo,* la curva se separa notablemente de la posición promedio y permite suponer ondas prolongadas de sequía o de humedad. Una de las fluctuaciones más fuertes se sitúa alrededor de los años 1300. "A partir del estudio de coníferas muy viejas, tenemos la clara impresión —escribe Schulman— de que luego de los años 1300, casi sin interrupción, en el suroeste, un siglo de gran sequía es seguido por otro constituido por años de lluvias abundantes. Este intervalo de gran humedad fue quizá el más largo durante los dos últimos milenios, en esa región." Las curvas no derivadas de árboles vivos, sino de vigas de *pueblos* indios, tienden a confirmar este punto de vista.

El oeste de los Estados Unidos, en suma, tuvo un siglo XIII muy seco y un siglo XIV muy húmedo. . .: al menos si damos crédito a lo que se afirma en los trabajos —ya antiguos— de Schulman. Las investigaciones de los científicos que han continuado su obra tienden a centrar su atención sobre la fase más marcada de la sequía del siglo XIII. Ésta se extiende —sobre todo en Mesa Verde— de 1273 a 1285. Esos 12 años fueron extremadamente áridos y no ha habido desde entonces ningún lapso que se equipare con

para establecer las fluctuaciones climáticas (Fritts, Smith, Budelski, Cardis, 1965, p. 3).

[14] Garnier, 1955.

ellos en la era moderna, en cuanto a duración y agudeza de la resequedad, de 1673 a nuestros días.[15]

Otra sequía importante afectó el final del siglo XVI:

> En el suroeste de los Estados Unidos, los 25 o 30 últimos años del siglo XVI —escribe Schulman—, se caracterizaron en general por severos déficit en el crecimiento de los árboles, en las precipitaciones y en el caudal de los ríos; fenómeno por cierto mucho más drástico que las célebres sequías de los años 1900 y 1934, durante los cuales maduraron *Las viñas de ira.* Los datos que brindan los árboles muy viejos tienden a señalar que fue la peor sequía jamás conocida desde aquella, que duró un siglo, de los años 1200.

Schulman encuentra, además, importantes matices regionales en la distribución de esta sequía. Fue muy fuerte en California, pues duró de 1571 a 1597 y el déficit pluviométrico, tal y como se inscribió en el lento crecimiento de los árboles, fue casi dos veces mayor que cualquier otro déficit análogo registrado entre 1540 y 1950. Fue muy intensa también en el Colorado y duró exactamente entre 1578 y 1593, y fue mucho menos pronunciada en el norte, específicamente en Oregon, en donde sólo hubo un déficit bajo e intermitente en el crecimiento de los árboles, entre 1565 y 1599.

La importancia de una diferenciación geográfica de este tipo es de alcance general. Nos muestra que es inútil extender abusiva y absolutamente las conclusiones relativas a las zonas áridas, por válidas que sean, a las zonas templadas y húmedas: lo que es válido para Los Ángeles, no lo es forzosamente para Portland. En Europa, lo que sería aceptable respecto al Mediterráneo no se aplicaría necesariamente a los países del Mar del Norte, y menos aún a los del Báltico.

Las repercusiones de la gran sequía del siglo XVI fueron seguramente más devastadoras sobre una economía atrasada y dispersa como la de los pueblos indios que practicaban una agricultura de irrigación en Arizona, Colorado y Nuevo México. En todo caso, fue precisamente esa época de

[15] H. C. Fritts, D. G. Smith, M. A. Stokes, 1965.

los años 1560-1570 la que eligieron los indios chichimecas para emigrar en masa hacia las minas de plata que los españoles habían abierto en el norte de México. ¿Hubo acaso interrelación entre los dos fenómenos: un efecto repulsivo de un clima demasiado seco y un efecto atractivo de una naciente economía minera?

Las perspectivas de descubrimientos que se abren para la dendroclimatología de los Estados Unidos son muy grandes; es un hecho que esta disciplina no tiene "su futuro detrás". Los esfuerzos actuales de los nuevos pioneros de la escuela de Tucson se orientan en varias direcciones.

Sus miembros quieren, en primer lugar, inventariar todo el material a base de anillos arbóreos acumulado desde hace casi medio siglo en los "archivos" de sus laboratorios de Arizona. Se están publicando ya extensos inventarios de todas las series de dichos anillos y, sobre todo, los que provienen de las zonas arqueológicas censadas.[16]

En segundo lugar, actualmente se busca ampliar las correlaciones derivadas de los anillos arbóreos. Douglass y Schulman —los "grandes ancestros"— demostraron, gracias a las indicaciones cronológicas de los árboles, la existencia de fases relativamente simples, caracterizadas por la variación de *un* elemento del clima (generalmente la aridez más o menos acentuada, según los períodos). Sin embargo, los dendrólogos actuales, como Fritts y Stockton, quieren llegar más lejos: pretenden establecer una correlación entre los anillos de crecimiento y las ocurrencias de tipos de temporal. Con tal fin, estos investigadores se ubicaron en el cuadro espacial de un gran estado de los Estados Unidos: Arizona. Determinaron nueve posibles clases de tipos de temporales, que ellos llaman simplemente clases climáticas *(climatic classes)*. Cada una de ellas corresponde a una determinada combinación entre las dos variables básicas (precipitaciones y temperaturas), situadas a su vez en el interior de un enrejado de tres pisos: por arriba de la normal, cercana a la normal, por debajo de la normal. Presentamos en detalle esas nueve clases (véase el cuadro siguiente).

[16] *Cf.* sobre todo B. Bannister, W. J. Robinson, R. L. Warren, 1967; y también, con respecto a una época anterior, T. Smiley, 1951.

Combinaciones		*Designación*
Precipitación	*Temperatura*	*numérica de la clase*
Por debajo de la normal	Por encima de la normal	1
Por debajo de la normal	Cercana a la normal	2
Por debajo de la normal	Por debajo de la normal	3
Cercana a la normal	Por encima de la normal	4
Cercana a la normal	Cercana a la normal	5
Cercana a la normal	Por debajo de la normal	6
Por encima de la normal	Por encima de la normal	7
Por encima de la normal	Cercana a la normal	8
Por encima de la normal	Por debajo de la normal	9

Esas nueve clases pueden, a su vez, ocupar cada una de las estaciones del año, lo que nos da un total de nueve categorías posibles de primaveras, nueve de veranos, nueve de otoños y nueve de inviernos. Fritts y Stockton, por otra parte, han elaborado (refiriéndose siempre a Arizona) una tipología de los anillos de crecimiento. En promedio, en ciertos años, éstos pueden ser muy anchos. Otros años, pueden ser muy estrechos y, finalmente, hay años en que pueden presentar valores de espesor intermedios. Esta segunda tipología tiene también nueve categorías: se escalonan en

degradaciones sucesivas, desde el año que produce en promedio anillos muy anchos, hasta el año que produce anillos muy estrechos. El objetivo final de esta investigación —desconcertante en apariencia— es tratar de conocer, con base en el tipo de anillo (ancho o delgado) característico de un año determinado, la probabilidad de que (en cada una de las cuatro estaciones) haya imperado una de las nueve clases climáticas definidas antes. Cierto tipo de anillo arbóreo más o menos ancho está efectivamente en correlación con cierto tipo de meteorología (como hemos visto ya en algunos ejemplos), que favorece o frena el crecimiento del árbol en el transcurso de un año determinado. Es obvio que una investigación de este tipo sólo es posible, en una primera fase, en el período reciente, en el que se cuenta al mismo tiempo con los anillos de crecimiento y con las observaciones meteorológicas indispensables. Sin embargo, una vez terminada la investigación, y conociendo las probabilidades de que tal temporal coincida con tal anillo, es posible escribir una historia regresiva y —de acuerdo con la fórmula de Marc Bloch— aclarar el pasado mediante el presente. En otras palabras, con la ayuda de las relaciones de probabilidad (entre anillos de crecimiento y meteorología) sólidamente calculadas con respecto al siglo XX, es posible remontarnos hasta los siglos obscuros, respecto a los cuales se carece de observaciones meteorológicas. Se puede entonces determinar cuáles fueron, en Arizona, los tipos de climas probables, relativos a cada estación y en años sucesivos, durante los siglos XVII, XVIII y XIX, en función *únicamente de los anillos de crecimiento,* cada tipo de los cuales ha sido asociado estadísticamente con cierto tipo de temporal. De ese modo, es posible construir una meteorología retrospectiva y probabilística,[17] así como levantar una cartografía de las fluctuaciones climáticas.[18]

La escuela de Tucson no se ha limitado, sin embargo, a elucidar con mayor precisión cada vez la cronología del clima en el período ya explorado hace tiempo por los espe-

[17] Stockton y Fritts, 1968.
[18] Figura I.

cialistas de los anillos de crecimiento (es decir, el período del último o de los dos últimos milenios). Se ha buscado también estudiar épocas cada vez más antiguas, usando especies de árboles prodigiosamente longevos. Los trabajos más sobresalientes desde este punto de vista se hicieron con especímenes vivos y fósiles de pino *Bristlecone (Pinus aristata Engelm).* Estos árboles crecen en grupos más o menos compactos, en los límites de California y Nevada, a 3 000 o 4 000 metros de altura.[19] Su crecimiento es excesivamente lento, ya que sólo ocurre durante un pequeño período cada año: empieza alrededor del 26 de junio y termina hacia el 8 de agosto. Tal economía de fuerza y de vida permite a estos individuos desafiar los siglos y los milenios. Gracias a ellos se ha podido ordenar una cronología de 7 117 años[20] que va más allá de "50 siglos antes de Cristo". Su autor, C. W. Ferguson, espera prolongar esta cronología hacia un pasado aún más lejano, pues recientemente descubrió su espécimen fósil de pino *Bristlecone* de hace 8 000 años, que tal vez le permita aumentar en un milenio su recuento.

Ciertamente, la interpretación climatológica de las curvas derivadas de los anillos de crecimiento del pino Bristlecone no siempre resulta fácil. Muchos de esos Matusalenes del bosque son tan robustos y toscos (forzosamente, ¡para poder llegar a esa edad!), que se muestran, en definitiva, bastante insensibles a la presión climática y a los años adversos que, normalmente, producen anillos de crecimiento ultradelgados. A pesar de todo, con su ingenio habitual, los investigadores de Tucson han llegado a aislar, de entre los grupos de pinos *Bristlecone*, individuos más sensibles que otros a la sequía, debido sobre todo al lugar en donde se encuentran, y que son, con respecto a períodos de miles y miles de años, indicadores climáticos válidos, plantados —literalmente— a ras del suelo. Se puede

19 Acerca del pino Bristlecone como indicador climático multimilenario, véase Fritts, 1969.

20 Desde 1965, una cronología un poco menos larga (6 600 años) fue establecida por Currey, en *Ecology*, 46, No. 4, 1965 (según Ferguson, Huber y Suess, 1966 pp. 1 174).

esperar, por lo tanto, que en un futuro no muy lejano, el clima de las montañas de California y Nevada, correspondiente a algunos miles de años antes de nuestra era, nos revelará sus secretos.[21] Por lo tanto, y aun sin tener esos primeros resultados de historia climática, los especímenes multimilenarios de *Pinus aristata Engelm* (fechados con una total precisión) han permitido, gracias a la cuenta de sus miles de anillos de crecimiento, verificar la validez de los fechamientos del carbono 14 e, incluso, han permitido criticarlos y mejorarlos.[22]

No sólo los árboles viejos de Arizona y de cerca de Tucson son "almacenes" de información climática. En esa región subdesértica (y ultramarginal en cuanto a las lluvias), existen muchos otros indicadores del cambio climático, como el arraigo y la consolidación de las semillas naturales del cactus gigante o saguaro,[23] que dependen de la sombra y de la pluviosidad más o menos escasa. Raymond M. Turner ha sugerido, en varios artículos, que en cierto lugar de Arizona, la edad promedio de una población de saguaros puede servir de testigo de la existencia, en el pasado, de una fase poco árida, capaz de estimular el inicio de una "ola" cronológica de reinstalación de los cactus. . .[24] Y más allá, en California occidental, sobre las playas calcinadas y coloradas del Valle de la Muerte, otros investigadores del clima antiguo se transformaron en geomorfólogos:[25] estudian las fluctuaciones seculares de la humedad (¡cuán miserable en esa región!), tales como nos las revela la descarga intermitente de los manantiales locales. La huella efímera de esas "descargas" acuáticas se graba, efectivamente, de la manera más natural, en la estratigrafía fósil de las salinas alimentadas por esos manantiales.

21 C. W. Ferguson, 1968.

22 Ferguson, 1968, y también Ferguson, Huber y Suess, 1966.

23 *Carnegiea gigantea.*

24 Turner y col., 1966.

25 Es el caso, particularmente, de Peter F. Mehringer, que en su laboratorio de Tucson me expuso los problemas planteados por las investigaciones de campo que hacía en el *Death Valley.*

Paralelos a los trabajos sobre la pluviometría y las precipitaciones de las zonas áridas de los Estados Unidos, se realizan trabajos históricos análogos para estudiar las variaciones de la temperatura en las regiones árticas cercanas a Canadá. En esas zonas de fríos extremos, el espesor del anillo del árbol es proporcional a la cantidad de calor recibida durante el período de crecimiento. Con ese supuesto, Giddings[26] ha podido reconstruir cinco siglos de historia climática en la región ártica (1450-1945), estudiando grupos de árboles situados cerca del delta del río Mackenzie (al norte del círculo polar, cerca de la frontera entre Canadá y Alaska). La conclusión esencial es, una vez más, la existencia de una gran estabilidad en la curva que, al paso de los siglos, oscila alrededor de una misma media, para elevarse ligeramente a partir de 1850[27] (figura I).

Resulta fácil reconocer en la gráfica fluctuaciones de temperatura, decenales e incluso interdecenales; una de las más notables es la serie de veranos cálidos entre 1628 y 1650. No cabe duda que fluctuaciones del mismo tipo, aunque no sincronizadas con las fluctuaciones en Alaska, ejercieron en Europa —en particular en los países del norte y en las regiones montañosas— influencias devastadoras o reparadoras, según el caso.

El estudio de los anillos de crecimiento en Europa, aunque no ha alcanzado un nivel tan elevado como en los Estados Unidos, ya ha empezado a producir resultados importantes. Existe, en realidad, una gran diferencia entre los grupos de investigadores de las distintas naciones dedicadas a los estudios dendrocronológicos. En Francia, por ejemplo, los trabajos están apenas en sus inicios: los investigadores de mi país, como Armand Pons y Lucie Leboutet, nos han entregado ya bellas e importantes publicaciones sobre los anillos de crecimiento:[28] pero esos trabajos tienen aún algo de "pre-

[26] Giddings, 1947.

[27] Esta lista debería ponerse en relación con el ligero calentamiento que implica el retroceso general de los glaciares en el mundo desde esa misma fecha: pero Giddings no emitió ninguna opinión a ese respecto.

[28] Leboutet, 1966; Pons, 1964. Entre los trabajos dendroclimatológicos que se hacen en Francia o en los países de lengua francesa, citemos también

liminar". En realidad sólo pretenden —y muy legítimamente— aportar fundamentos metodológicos para futuras aproximaciones y no tanto analizar los primeros resultados factuales y cronológicos del estudio de un período determinado: el siglo XVII, por ejemplo, cuyo clima podría ser investigado estudiando vigas antiguas.

En Inglaterra, las cosas están mucho más adelantadas. En ese país de viejas iglesias, de monumentos devotamente conservados y de una floreciente arqueología medieval, una de las grandes tareas de la dendrocronología es el fechamiento y la interpretación de los anillos de crecimiento que provienen de las vigas de viejos edificios medievales.

Desde 1957, algunos trabajos pioneros trazaron el camino.[29] El profesor Fletcher (quien en abril de 1969, en el coloquio de Oxford sobre la historia del clima, presentó una importante ponencia[30] sobre el tema) ha concentrado sus investigaciones, técnicamente muy especializadas, en las viejas vigas del siglo XIV: efectivamente, esa época es una de las más intrigantes para el estudioso de la Edad Media —ya sea historiador o arqueólogo—, debido a sus secuencias de años húmedos y a las espantosas hambrunas de la década de 1310.

En la Unión Soviética, también se realizan investigaciones arqueológicas basadas en los anillos de crecimiento. Desde 1961, se han reunido, sólo en la ciudad de Novgorod —de prestigioso pasado— más de 2 500 muestras de madera fósil. La mayoría de esos fragmentos, sacados del suelo o del subsuelo de la ciudad, provienen de los antiguos pavimentos de madera característicos de las calles medievales del viejo Novgorod. El investigador B. A. Kolchin ha podido establecer, gracias a ese valioso material, una sólida cronología de los anillos de crecimiento locales, que se extiende de 890 después de Cristo a 1410. Aunque la interpretación cli-

los de J. Florence, 1962; P. de Martin (1969, inédito); y en Bélgica, A. V. Munaud, 1966.

29 Schove y Lowther, 1957.

30 El Dr. J. M. Fletcher había desarrollado efectivamente un método para la dendroclimatología basado en la radiografía y las densidades.

matológica de esa curva aún se encuentra en su inicio, parece ser que los diagramas de Kolchin coinciden con las crónicas locales de temporales violentos, ya sean fuertes sequías o veranos fríos y húmedos.[31]

Sin embargo, hasta ahora (aun si consideramos el caso de Finlandia, donde los trabajos de G. Siren son sobresalientes pero interesan menos directamente al historiador), parece que Alemania es el país europeo en el que se han obtenido resultados más espectaculares basados en los anillos de crecimiento, en investigaciones sobre la historia del clima a largo plazo.

El maestro indiscutible de la dendroclimatología alemana es el profesor Bruno Huber, de Munich. Sus trabajos y los de sus discípulos, que son considerables, no han encontrado en la comunidad científica e historiográfica internacional toda la atención que por su calidad merecen. No está de más, entonces, que presentemos aquí, brevemente, algunos aspectos de la obra de Huber, los más pertinentes para el historiador: aspectos que se van a confrontar más adelante con los abundantes datos que otros investigadores obtuvieron de los documentos de archivo. Nuestro análisis se centrará sobre todo en los problemas europeos del clima del siglo XIV.

Iniciada en 1938, la investigación de B. Huber llegó, en 1956, a medir en un solo año hasta 250 000 anillos arbóreos provenientes de árboles de diversas regiones de Alemania.[32] Posteriormente, nuevas investigaciones de campo y tomas de muestras forestales permitieron a Huber establecer, con todo su material, una cronología mayor que da, con respecto a cada año, la tendencia media de los anillos arbóreos, más o menos delgados o anchos según los años: esta curva mayor[33] se elaboró a partir del encino (el encino es la "presa" favorita de los dendrocronólogos europeos, en la medida en que es un material de construcción fundamental frecuentemente encontrado por los investigadores en las viejas vigas). Esta curva mayor abarca 1 160 años, desde el

[31] Kolchin, 1962, 1963 y *s.f.*; según Schove, 1964.

[32] B. Huber y W. von Jazewitch, T. R. B., 1956.

[33] Anexo 16.

año 800 de nuestra era hasta nuestros días. Se refiere al sur de Alemania.

El encino, en Europa occidental y especialmente en el sur de Alemania, puede tener reacciones algo desconcertantes ante el clima: cuando el árbol examinado proviene del fondo de un valle (es decir, de una zona en principio favorecida por humedad casi siempre adecuada), el espesor de sus anillos arbóreos tiende a ser proporcional al *calor* recibido durante el período vegetativo: es especialmente claro cuando se trata del *Quercus robur*. Por el contrario, si el encino creció en un suelo con vertiente pronunciada, lo que es frecuente en el caso del *Quercus petraea*, el ancho de los anillos arbóreos tiende a modelarse conforme a las fluctuaciones de la lluvia: en efecto, se puede sentir fácilmente una situación de aridez, ya que el agua no puede permanecer largo tiempo en una pendiente muy inclinada (aun en un clima templado como el del sur de Alemania); en tales condiciones, la escasez de lluvia tiende a producir un anillo arbóreo delgado, y el excedente, un anillo ancho.

Tomando en cuenta la diversidad de reacciones posibles, la cronología mayor de Huber, con su seguimiento de más de un milenio con anillos a veces anchos y otras estrechos, no siempre resulta fácil de leer. Un cortejo de anillos anchos que predominan a lo largo de un decenio o más, por ejemplo, podrá significar, según el caso, que hubo múltiples veranos cálidos, o que hubo numerosas estaciones húmedas. . . e incluso que los dos fenómenos ocurrieron a la vez, ¡inextricablemente mezclados!

Sin embargo, la lectura rápida de esa curva permite al historiador del clima familiarizado con los años notables, encontrar en ella algunas referencias ya bien conocidas.

La célebre *Sägesignatur* o "firma de diente de sierra" nos brinda un primer ejemplo, y de los más comunes. Este nombre misterioso define un fenómeno curioso que se produce en la década 1530-1540 (más precisamente entre 1530 y 1541).[34] Durante esos 12 años, un anillo arbóreo ancho

[34] *Cf.* acerca de esto Huber y Siebenlist, 1963, Figura 2 y pp. 258-259; y Huber, Siebenlist y Niess, *s.f.*, pp. 31-33.

sucede a uno estrecho, que luego es seguido por otro ancho, en un zig zag característico, en que se alternan rigurosamente cada dos años. Tal ocurrencia, absolutamente excepcional, de 12 años de anillos opuestos sucesivamente de dos en dos, sólo puede producirse por casualidad cada 5 000 años, si creemos en el pequeño cálculo de probabilidades que hicieron Huber y Courtois. . . Detectada y graficada desde 1949, la *Sägesignatur* de 1530-1541 se ha encontrado desde entonces en muchas vigas en el sur de Alemania, provenientes de árboles que, por definición, vivieron *durante* y fueron cortados *después* de la década 1530-1541. La *Sägesignatur* ofrece *ipso facto* una referencia capital para el fechamiento de esas vigas.

La *Sägesignatur*, con sus dientes de sierra típicos, aparece exactamente. . . en la curva de fechas de vendimia de los viñedos franceses más cercanos al sur de Alemania, a saber: los del Jura, de los Alpes suizos y del sur (figura 31). Simultáneamente (en el Jura), las fechas de vendimia tardía, síntomas de primaveras y veranos más bien frescos (y tal vez con tendencia húmeda), corresponden a los anillos arbóreos anchos (1531, 1533, 1535, 1537, 1539 y 1541). Las fechas de vendimia precoz, que reflejan primaveras y sobre todo veranos cálidos y más bien secos,[35] corresponden por el contrario a los anillos arbóreos delgados (que en esa década tan especial coinciden con los años pares (1530, 1532, 1534, 1536, 1538 y 1540). La conexión entre esos tres fenómenos (clima, anillos arbóreos sudgermánicos y fechas de vendimia en el este de Francia) se explica fácilmente: la alternancia bienal, debida a una década muy original que cada dos años, durante un lapso de 12, daba veranos particularmente cálidos y secos, producía aquí anillos arbóreos delgados (en el sur de Alemania, a causa de la sequía del verano) y allá vendimias precoces (en el este de Francia, a causa del calor del verano).

La misma observación vale para otros muchos períodos anteriores y posteriores a la década 1530-1541. Entre los años particularmente cálidos (productores sobre todo de anillos

35 Acerca del problema general de la interpretación climática de las fechas de vendimia, *cf. infra*, pp. 71-73.

arbóreos delgados y de vendimias precoces), que se pueden leer *al mismo tiempo* en la curva de Huber, y en la de las vendimias francesas, me limitaré a citar, respecto al período que mejor conozco, los años 1393, 1503 y 1504, 1517, 1525, 1567, 1571 y 1572, 1574, 1583, 1590, 1603 y, para terminar, 1634-1637.[36] Por otro lado (y aunque no se pueda formular una regla absolutamente general, a causa de la complejidad ya mencionada de la ecología climática del encino), con frecuencia encontramos en la curva del encino, y bajo la forma de anillos arbóreos anchos, desarrollados en tiempos de abundancia de agua, ciertos años o grupos de años húmedos cuyos diluvios fueron parte importante de las crónicas de la Edad Media o del siglo XVII. Ése fue probablemente el caso del año 1673 o de la década de 1690. Y seguramente lo fue de la década 1310, más exactamente de los años 1312 a 1319. Esos ocho años sucesivos se caracterizaron por anillos arbóreos muy anchos que, en las decenas de árboles examinados por Huber y sus colegas, contrastan de manera muy clara con los períodos anteriores (antes de 1312) y posteriores (después de 1319).

En este caso, no hay duda sobre la interpretación. Se trata de una enorme ola de humedad, de una repetición de estaciones lluviosas que hace crecer soberbiamente los árboles, que desborda los ríos, destruye o a veces pudre las cosechas durante la mayor parte de la década de 1310, en muchas partes de Europa occidental, y condena a los pueblos al hambre que culmina en el desastroso año de 1315.

¿Queremos más pruebas? Simplemente la lectura de la gran recopilación de intemperies elaborada por Weikinn,[37] relativa al conjunto del Occidente medieval, confirma esta cronología (matizándola en los dos últimos años): de 1312 a 1317, se mencionan *inundaciones* cada año, y los diluvios universales de 1315 no hacen más que exaltar una tendencia lluviosa que se notaba ya, y que seguiría notándose después de ese famoso año. No es sino hasta 1318 y 1319 cuando las inundaciones desaparecen momentáneamente de las crónicas; es Weikinn quien tiene el testimonio de esto. Al

[36] Véanse los anexos 12 y 16.
[37] Weikinn, 1958, pp. 170-180.

respecto, el estudio más riguroso sobre los años críticos de 1310-1320 —tan riguroso que se compara ventajosamente con las curvas de Huber— es el del historiador inglés John Titow, quien trabajó en los archivos locales del obispado de Winchester, y consiguió distribuir, estación por estación, los datos meteorológicos que recogió a partir de las anotaciones de los contadores del obispado, para caracterizar como muy húmedo el bloque de los años 1313 a 1320 (o sea ocho años). Si dejamos de lado el verano de 1318, que fue muy seco y durante el cual los arados del obispado se rompieron sobre el suelo endurecido por la sequía, ¡no encontramos ninguna estación que sea considerada seca por los contemporáneos, en las cuatro estaciones de los ocho años tomados en cuenta (o sea 32 estaciones en total)! Por el contrario, tres de las estaciones que enumeraré fueron probablemente húmedas (o muy húmedas) y las demás lo fueron con certeza: invierno y otoño de 1313, otoño de 1314, invierno, verano y otoño de 1315, invierno, verano y otoño de 1316, al menos una estación de 1317, otoño de 1318, invierno, verano y otoño de 1319 y otoño de 1320.

Desde luego, ninguno de estos episodios lluviosos registrados o "archivados" en los árboles bávaros, así como en los archivos episcopales de Winchester, habría bastado por sí solo para provocar el hambre. Pero sí su repetición, que terminó por ocasionar, en los dos años terribles de 1315 y 1316, la tan conocida catástrofe, funesta para los cereales europeos; los diluvios de esos dos años provocaron, irreversiblemente, el naufragio de las cosechas de granos. También en este caso, los datos de Winchester permiten aclarar el mecanismo del desastre, respecto al cual las indicaciones deducidas de los árboles sólo darían indicios muy generales. A pesar de su otoño lluvioso, el año de 1314 es bastante bueno para el trigo en Winchester (las lluvias de otoño, por el solo hecho de aparecer después de la cosecha, resultan efectivamente, por definición, inofensivas). Las cosas empeoran con el invierno de 1315 (diciembre de 1314-febrero de 1315): los meses sucesivos de ese año (1315), invierno, primavera, verano y otoño, son humedísimos. De pronto, el heno ya no se seca, las carretas se atascan, las

anguilas salen de los estanques y se pierden para los pescadores; la siembra de primavera se ha perdido; el rendimiento del trigo (en 1315) es ridículamente bajo (2.5 granos cosechados por uno sembrado). Además, no hay buena semilla para el año siguiente; de tal manera que la cosecha de 1316 se ve a su vez comprometida por la siembra de otoño, que es deplorable, y por las lluvias de invierno (1315-1316) y de verano (1316), que impiden que la cosecha lograda con esas pobres semillas se desarrolle correctamente. El invierno 1315-1316 es tan húmedo, efectivamente, que el obispo de Winchester se ve obligado a herrar una y otra vez sus bueyes, que continuamente pierden las cuatro herraduras en el lodo. Y el verano de 1316 es también tan húmedo, ¡que los borregos no se pueden trasquilar por las inclemencias de la intemperie! En 1316, el rendimiento de granos en Winchester es aún menor que en 1315 (2.11 granos cosechados por uno sembrado en 1316, en lugar de los 2.47 de 1315 y los 4 de años normales). Se entiende que los contemporáneos hablen de hambre: precisamente en Winchester, el precio del grano sube durante 1315 y 1316 en una formidable "columna" al doble o al triple del valor en un año normal, calculado en el período 1270-1350. Ninguna "columna" semejante se observa durante el resto del período de 1245-1350. Esto hace ver con claridad el carácter absolutamente excepcional de la década de 1310 y, muy particularmente, de los años 1315-1316. La mortalidad por el hambre sigue el mismo camino: el obispo de Winchester cobraba un impuesto llamado *heriot* por cada una de las muertes de sus siervos, hombre, mujer e incluso niño.

El número de *heriots* nos informa sobre el número de muertes entre los campesinos y, durante todo el siglo que va de 1245 a 1347, nunca fue tan elevado como en esos espantosos años de hambre de 1315-1316. No fue sino hasta la peste de 1349 cuando esas cifras se igualaron e incluso se superaron en Winchester. Entendemos la desesperación de los pueblos y la organización de procesiones para obtener del cielo el fin de los diluvios y el retorno de la abundancia: en 1315, Guillaume de Nangis fue testigo de esos desfiles de hombres esqueléticos, patéticos y desnudos en las

diócesis de Ruán y de Chartres: "Vimos una procesión de más de cinco leguas, compuesta por hombres y mujeres descalzos, y muchos de ellos, no mujeres, totalmente desnudos, dirigirse a la iglesia con sus sacerdotes para implorar a los santos mártires, y llevar con devoción imágenes de santos y reliquias para su bendición."

La temporada húmeda de la década de 1310 (1312--1319 en Alemania, 1313-1320 en el sur de Inglaterra) llegó a producir pánico y frustración en 1315-1316 y al mismo tiempo causó el hambre y la muerte masivas.

Este lapso húmedo de ocho años *es el más marcado en todos sentidos,* con respecto al período que abarca el final del siglo XIII y el siglo XIV: trátese de anillos arbóreos o de archivos, las más diversas secuencias registradas confirman ese carácter tristemente privilegiado de tal década.

Primero los anillos arbóreos: en el diagrama de Huber, los años húmedos, es decir, de fuerte crecimiento de los árboles y de anillos arbóreos anchos, 1312-1319, se destacan como una columna[38] que domina y que "cubre" toda la gráfica del período de 1298-1353: en ese período de 55 años, si exceptuamos por supuesto la década de 1310, los anillos arbóreos son, por el contrario y por contraste, en general más bien delgados, indicativos de estaciones secas o normales.

Por otra parte, los archivos: los documentos del obispado de Winchester, examinados en su dimensión secular, dan el mismo aviso: Titow,[39] que tabuló todas las estaciones a lo largo de 130 años (1270-1400), considera el período 1270-1312 como muy seco (efectivamente, en esos 42 años, basado, según su costumbre, en cuentas escrupulosas, solamente cuenta cuatro años húmedos, 11 años "ordinarios" y 27 años "secos". El período siguiente, 1313-1320, según Titow, al contrario, es excesivamente húmedo. Luego, los quince años comprendidos entre 1321 y 1336 forman una sucesión de estaciones por lo general secas o hasta muy secas. El período 1337-1369 es más bien una "mezcla". Los años 1370-1398

[38] Anexo 16.
[39] Titow, 1960.

son "más bien secos". No es sino hasta 1399-1403 cuando aparecen años característicamente húmedos: pero son menos intensos, menos numerosos y, a final de cuentas, menos duros que los de la década de 1310.

Si se estudian por sí solos, o si se comparan con las épocas que los siguieron o precedieron, esos años húmedos de 1313-1320, en los que todo el occidente tuvo los pies en el agua, fueron doblemente ejemplares: en su momento más crítico, produjeron una de las peores hambrunas de la Edad Media. Sometidos al escrutinio frío del historiador, hacen ver el interés de un análisis múltiple de los hechos: análisis que combinaría la tradición documental con la revolucionaria dendrología (a la manera de Huber).[40] Digamos, a modo de moraleja, que el historiador del clima de Europa en la Edad Media debería tener dos directrices: la dendroclimatología, por una parte, y la buena vieja paleografía por otra.

Suposiciones, hipótesis de trabajo; apenas eso es lo que los árboles nos sugieren cuando los relacionamos con el movimiento del clima en Europa durante grandes lapsos. Por el contrario, respecto a los lapsos más cortos, contamos con una certeza: el estudio sistemático de árboles muy viejos, del último milenio en el norte de Europa, ha dejado ver que no se trata tanto de una oscilación secular, sino de series de períodos intradecenales, decenales o interdecenales de veranos cálidos con veranos frescos;[41] son las mismas secuencias ya descubiertas en los Estados Unidos, análogas aunque no sincrónicas. Cuando esos estudios se hayan multiplicado, arrojarán quizá una nueva luz sobre la historia agrícola y, por lo tanto, económica. Aunque no convendría hacer correlaciones de manera simplista de los efectos de tal o cual comportamiento meteorológico sobre las cosechas.

[40] *Cf.* Huber y Jazewitch, 1956; Farmer, 1969; J. Titow, 1960 y 1969; Postan y Titow, 1959; Lucas, 1930; Weikinn, 1957; *cf.* también sobre la dendrocronología alemana, Huber, 1964 y 1969 (cronología mayor del encino en Alemania); E. Hollstein, 1965 (serie larga del encino, de 820 de nuestra era a 1960 de nuestra era, relativa a la región de Treves); Bauch, Liese y Eckstein, 1967, p. 285.

[41] Siren, 1961; *cf.* también el anexo 16.

Como último punto: los datos obtenidos de los árboles presentarían un mayor interés si nos revelaran no sólo las series meteorológicas en su sucesión empírica, sino también una ley de regularidad que permitiera prever la recurrencia de las series, su periodicidad; se introduciría así en la historia, tanto como en los pronósticos, un elemento plenamente racional.

La verdad es que, con base en los trabajos ya antiguos de Douglass y de Antev, durante algún tiempo se creyó que la dendroclimatología había logrado establecer, de manera contundente, la influencia sobre el clima terrestre del ciclo de 11.4 años de las manchas solares. Se encontró que la curva de crecimiento de los árboles presentaba oscilaciones periódicas de carácter "undecenal", que coinciden perfectamente con el ciclo solar. El desvanecimiento temporal de ese ciclo undecenal en las curvas de crecimiento, entre 1645 y 1715, incluso hizo suponer a Douglass que el reinado de Luis XIV se distinguió por una verdadera falta de manchas solares. En este caso, debemos reconocerlo, el creador de la dendrocronología estadounidense no basaba su conclusión en la pura deducción: ya desde 1922, el científico Maunder, basado en documentos de los viejos observatorios, había señalado una falta notable de manchas solares, precisamente entre 1645 y 1715. La demostración de Maunder, que presentaré en detalle, no es, en modo alguno, definitiva, pero sigue siendo interesante y poco conocida. No es inútil señalarlo aquí rápidamente; esta breve digresión nos llevará a tratar mejor nuestro asunto, que en este capítulo queda esencialmente centrado en los problemas del crecimiento de los árboles.

En 1922, el astrónomo inglés E. Maunder publicó en el *Journal of the British Astronomical Association* un artículo por demás fascinante. Ahí señalaba, refiriéndose a los trabajos de su colega alemán F. W. Spoerer, el "mínimo prolongado de las manchas solares de 1645 a 1715".

La argumentación de los dos astrónomos es de base histórica y documental: sabemos, en efecto, que hacia 1610-1611, las manchas solares (que no eran del todo descono-

cidas antes) fueron descubiertas definitivamente gracias a buenos instrumentos de observación. Desde entonces, Galileo, Scheiner, etcétera, las estudiaron con todo cuidado. Gracias a esos primeros registros de la época clásica, podemos detectar dos mínimos de actividad solar en 1619 y 1634; y máximos bien marcados en 1625 y 1639. El máximo siguiente debió ocurrir en 1650. Pero, de hecho, desde entonces las manchas registradas ocasionalmente empiezan a parecer muy escasas. Sólo se detectan unas cuantas, muy esporádicas, en 1650, 1655, 1660 y 1661.

Sin embargo, el 9 de abril de 1671, Cassini observa una gran mancha y escribe: "Hace ya aproximadamente 20 años que los astrónomos no han visto manchas considerables en el Sol, aunque antes de esa época, desde la invención del telescopio, hayan observado algunas de vez en cuando."

Ese mismo año en Londres, Oldenburg, secretario de la Real Sociedad, está tan emocionado por el descubrimiento de Cassini, que vuelve a publicar una vieja observación de Boyle acerca de la mancha del 27 de abril de 1660 y escribe en las *Philosophical Transactions*: "En París, recientemente, el excelente *signor* Cassini detectó de nuevo manchas en el Sol, cuando durante muchos años de observación no se había visto ninguna." Maunder evoca otros textos: uno de Weigel, en Jena (1665); otro de Picard, quien descubrió, independientemente de Cassini, la mancha de 1671, y declara: "Estaba muy contento de descubrir esa mancha, sobre todo porque durante 10 años no había visto ninguna, a pesar del gran cuidado que había puesto en la observación."

Maunder enumera luego, después de Spoerer, las manchas "ocasionales" que se vieron entre 1672 y 1713.

En resumen, llega a la conclusión de que hubo una gran indigencia de la actividad solar durante esos 40 años (y son las conclusiones finales de la cronología de nuestro autor las que quizá se podrían confirmar o refutar, con base en una crítica incisiva de los textos que cita).

Exactamente a partir de 1714-1715, esa indigencia "luiscatorciana" cede su lugar a la abundancia y a un reinicio de la actividad solar. En 1716, leemos en *L'Histoire de l'Aca-*

démie: "Este año hubo todavía más manchas que el año anterior y quizá que cualquier otro año. Continuamente han aparecido diferentes manchas y en una sola ocasión aparecieron varias manchas al mismo tiempo. Sólo los meses de febrero, marzo, octubre y diciembre estuvieron libres de manchas. . . El fenómeno de que dos manchas distintas aparezcan al mismo tiempo ya no es un hecho raro." Esta decidida reanudación culmina en 1718 con un máximo solar bien caracterizado. Desde entonces, la "larga escasez de manchas" se terminó.

En resumidas cuentas, esa "larga escasez" había empezado hacia 1645 (después de la "extinción" del último máximo de 1639). Luego, si hemos de creer a Maunder (que ha solicitado quizá el silencio de los textos), la escasez se vio interrumpida únicamente por la aparición esporádica de manchas aisladas y por una débil recurrencia entre 1703 y 1707. La escasez se terminaría finalmente con el máximo de 1715-1720.

Maunder concluyó, con una frase de la que le dejo toda responsabilidad: "Así pues, de 1645 a 1715, el ciclo solar se había adormecido y las observaciones de esos 70 años ofrecerían un número de manchas solares apenas igual al de un solo año ordinario del último siglo."

A pesar de algunas exageraciones, la tesis del astrónomo británico resiste sin dificultad diversas objeciones que podrían serle dirigidas. ¿Diremos efectivamente que la carencia de manchas solares se explica simplemente por la imprecisión de los instrumentos de observación del siglo XVII?

Claro que no. Para detectar las manchas solares no se necesitan instrumentos de gran precisión. De cualquier manera, los instrumentos eran mejores durante "la carencia de los 70 años" que en la época inmediatamente anterior, la de Galileo y Scheiner, quienes vieron muchas manchas solares.

Y, además, como respuesta a otra crítica, los buenos observadores ya eran abundantes entre 1645 y 1715. Maunder cuenta seis en Inglaterra (entre ellos estaban Boyle, Derham y Halley); uno en Holanda (Huyghens); cuatro en Francia (entre ellos Cassini, Picard y La Hire); y cinco en los países

alemanes. Como escribe Derham en 1711: "No cabe duda de que hay grandes intervalos en los que el Sol está libre de manchas, como en los años 1660-1671 o 1676-1684; en esas épocas, las manchas no habrían podido escapar a tantos observadores como los que, en Inglaterra, Francia, Italia y Alemania, espiaban continuamente el Sol con sus instrumentos. . ."

Aun si es exagerada, la tesis de Maunder no resulta entonces completamente refutable. Se apoyaría además en otra correlación previsible: el mínimo prolongado de las manchas se habría acompañado (al parecer), entre 1645 y 1715, de una baja notable de las perturbaciones magnéticas, como lo revelarían las auroras boreales. Al menos, eso es lo que se deduce de la compilación documental de auroras boreales que efectuó Maunder (pero también en este punto se debe continuar su análisis, pues la historia de las auroras boreales y la colección de textos que se refieren a ellas aún no están terminadas ni mucho menos).

Naturalmente, Maunder no pretende que el ciclo solar de 11 años haya *desaparecido* entre 1645 y 1715; sería absurdo. Esas manchas ocasionales observadas en 1660, 1671, 1684, 1695, 1707, hasta el máximo de 1718, corresponden a un ritmo undecenal "mantenido regularmente". El régimen normal de 11 años no está eliminado ni aun perturbado. Simplemente atraviesa —si Maunder está en lo cierto— una fase intrasecular de disminución durante todo el reino de Luis XIV.

El hecho por sí solo no tiene nada de raro ni de escandaloso: se notaron fases de disminución de la actividad solar del mismo tipo de las del siglo XVII entre 1795 y 1825,[42] y entre 1875 y 1915.

En cambio, aproximadamente a partir de 1920, se inició una fase intrasecular de aumento de las actividades solares. Para convencerse de esto, basta considerar las curvas de larga duración (1900-1955) que registran, año por año, la evolución de la superficie promedio de las manchas solares:

42 Brier, 1961, p. 182, fig. 8.

una tendencia secular ligeramente ascendente se sobrepone de manera notable a las oscilaciones bien conocidas del ciclo undecenal.

No cabe duda de que el trabajo de Maunder, demasiado esquemático y sin seriación adecuada, ya ha sido rebasado. Debería, pues, hacerse de nuevo totalmente. Y esto exigiría un trabajo de equipo: el trabajo crítico y estadístico de un historiador con pasión por los textos y el trabajo científico de un astrónomo que conozca la significación física de los fenómenos solares que los viejos observadores han descrito y dibujado sin ideas preconcebidas.

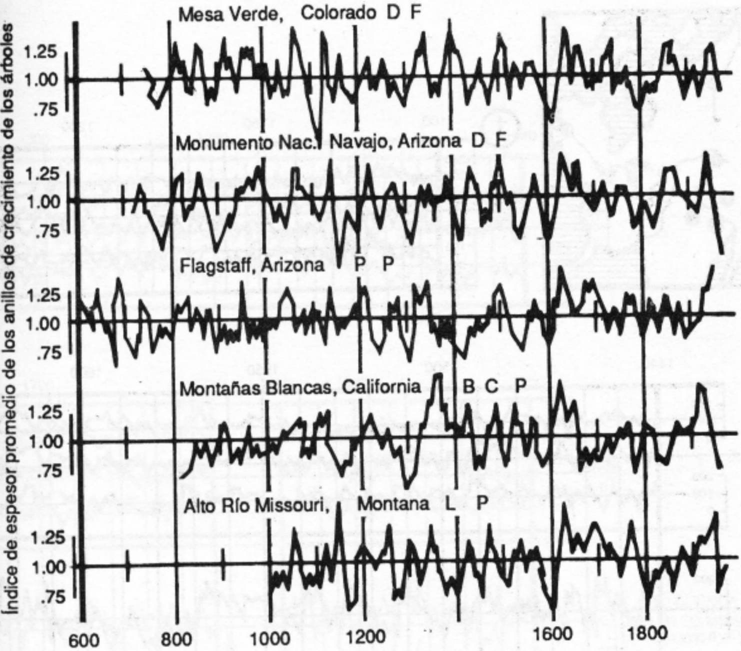
El problema, planteado así hace 40 años, sigue siendo fascinante. En el congreso de Nueva York (1961), sobre las variaciones solares y el cambio climático, Mitchell y Dzerdzeevskii sugirieron, cada uno por su lado,[43] que la fluctuación climática reciente (calentamiento del siglo XX) está ligada, por mediaciones complejas, a la lenta elevación del índice de actividad solar entre 1900 y 1920. ¿Y, por el contrario, la supuesta carencia de manchas entre 1645 y 1717 no es acaso contemporánea de uno de los más acentuados episodios de la "pequeña época glacial"?

Es obvio que sólo se trata de una aproximación que bien puede ser sugerente o superflua. Entre muchas otras lagunas en este campo, efectivamente, falta por lo menos un eslabón decisivo: entre las influencias del cosmos y las fluctuaciones del clima se interpone la circulación de la atmósfera, que ofrece una hipotética mediación hasta ahora mal conocida.

Tal mediación y tal circulación no se conocen bien con respecto al período de Luis XIV.

Y ahora, volvamos a nuestros árboles. Aun si concedemos que Maunder haya tenido razón (lo que no es seguro), sería un error "entusiasmarnos" con la correlación tan seductora que hizo Douglass (*supra*, pp. 19-20), entre los datos solares y

[43] Mitchell, 1961, p. 248, fig. 6A y B; Dzerdzeevskii, 1961, p. 192, fig. 2.

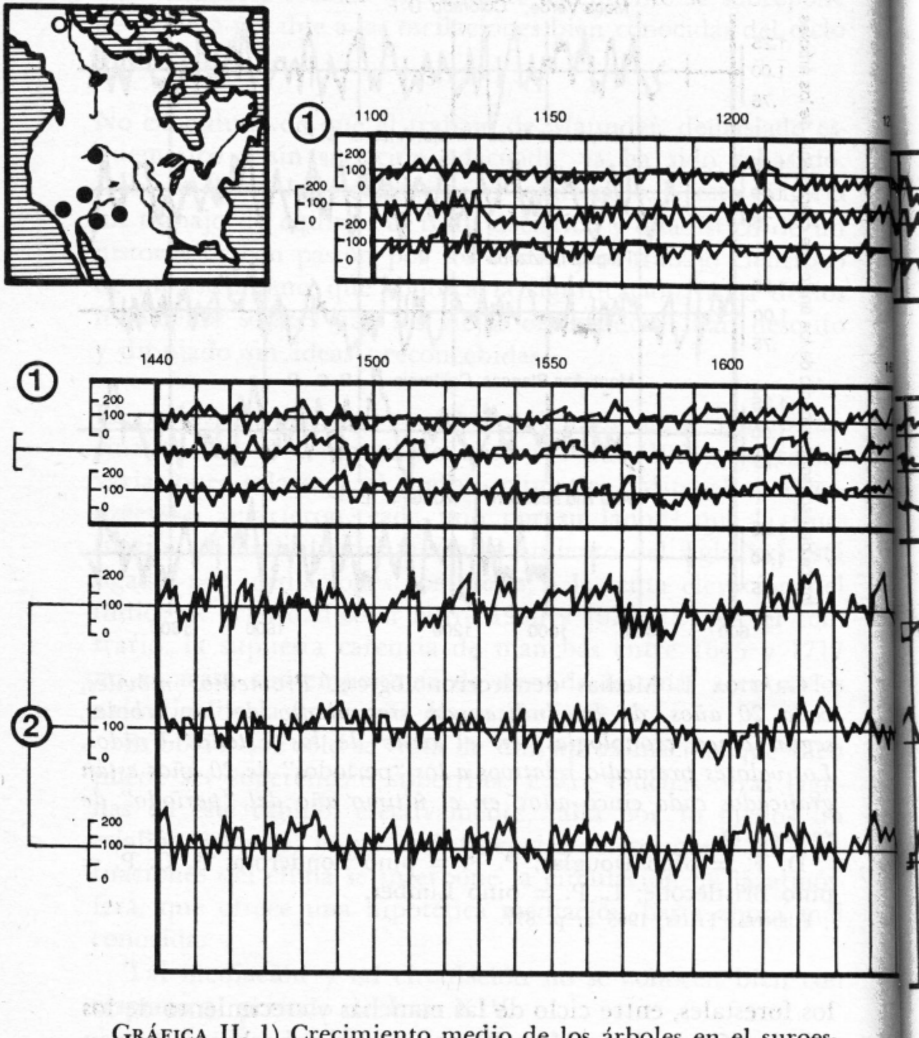


GRÁFICA I. Medias dendrocronológicas. *Promedios móviles, cada 20 años, de los índices de crecimiento de los árboles, según cinco cronologías, en el oeste de los Estados Unidos. Los valores promedio relativos a los* "períodos" *de 20 años están graficados cada* cinco *años, en el último año del "período" de referencia.*

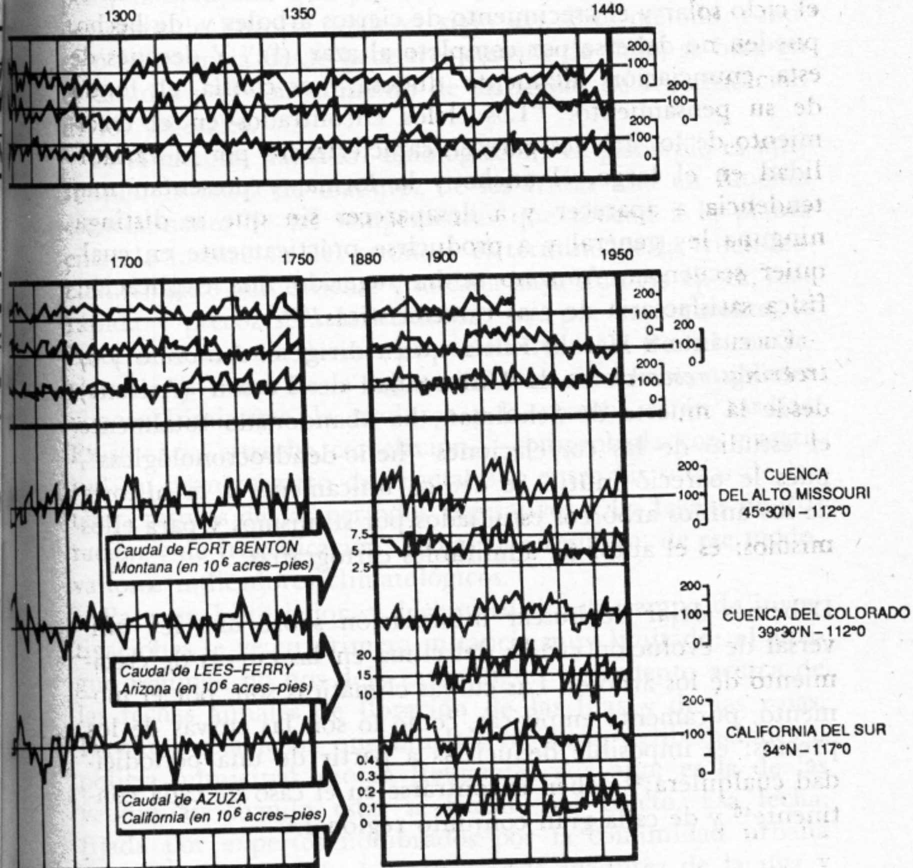
D. F. = pino Douglas; P. P. = pino Ponderosa; B. C. P. = pino Bristlecone; L. P. = pino Limber.

FUENTES: Fritts, 1965 a, p. 877.

los forestales, entre ciclo de las manchas y crecimiento de los árboles. Como decía Marc Bloch, los malos hechos destruyen a veces las bellas historias. El que haya habido escasez de manchas solares entre 1645 y 1715 (o que, por lo menos, haya habido un mínimo en la intensidad del ciclo undecenal de nuestro astro) es un hecho posible, aunque no probado. Pero poner en correlación ese hecho con el crecimiento de los árboles de Arizona sigue siendo problemático, y



GRÁFICA II. 1) Crecimiento medio de los árboles en el suroeste de los Estados Unidos (siglos XII-XX). *Estas cifras son anuales. con diferencias respecto al promedio multisecular, y se refieren a dos localidades del norte de Arizona y otra (Mesa Verde) del suroeste de Colorado. Los datos tomados de los árboles vivos se completan, al ir subiendo, con series de vigas arqueológicas.*
2) Sequía y pluviosidad en el oeste de los Estados Unidos (siglos XV-XX): *Los índices de crecimiento regionales, tomados*



de árboles sensibles a la sequía, son paralelos, en los últimos 70 años, a las fluctuaciones importantes (y aun a las fluctuaciones secundarias) del caudal de los ríos cercanos, y así se presentan como buenos indicadores de la pluviometría, cuando se estudian siglos anteriores.

FUENTES: Curvas 1, según Schulman, 1951, p. 1025; curvas 2, según Schulman, 1956, p. 472.

N.B.—En un artículo anterior, reproduje las mismas curvas (y algunas más) de una forma más completa (L.R.L., 1959).

sobre este punto los seguidores de Douglass son mucho más prudentes que su maestro. Al comentar las afirmaciones de este último, Edmund Schulman escribe: "Se han citado frecuentemente algunos ejemplos de paralelismo directo entre el ciclo solar y el crecimiento de ciertos árboles y, de hecho, pueden no deberse por completo al azar (!)." Y después de esta enunciación altamente dudosa, nos confía el fondo de su pensamiento: "Los ciclos encontrados en el crecimiento de los árboles parecen caracterizados por la variabilidad en el largo, el ancho y la forma, y presentan una tendencia a aparecer y a desaparecer sin que se distinga ninguna ley general y a producirse prácticamente en cualquier secuencia. Aún no se ha sugerido una explicación física satisfactoria de esas características."[44]

En cuanto a Harold Fritts, quien dirige el *Laboratory of treerings research* en la Universidad de Tucson (Arizona) desde la muerte de Schulman, ha abandonado totalmente el estudio de las correlaciones "helio-dendrocronológicas", pues le pareció inútil. Se dedicó únicamente a la historia de los anillos arbóreos estudiados por sí mismos y para ellos mismos: es el autor de admirables cartografías.

Debemos dejar de buscar información sobre una ley universal de evolución cíclica del clima en las curvas de crecimiento de los árboles. Las curvas climáticas son, por el momento, puramente empíricas, como lo son las curvas de los precios: es imposible deducirlas a partir de una periodicidad cualquiera;[45] deben encontrarse en el caso de cada continente[46] y de cada gran conjunto regional.[47]

[44] Schulman, 1956, p. 478; y 1951, p. 1028.

[45] Más generalmente, luego de un estudio muy cuidadoso de los resultados obtenidos por los cazadores de ciclos y periodicidades en materia de climatología, J. M. Mitchell llega a la conclusión de que todos los ciclos propuestos (cuya duración varía de algunas semanas a algunos siglos o milenios), sólo dos resisten a la crítica, "uno bisemanal, en cuanto a las precipitaciones; el otro bienal. Ninguno de los dos sería lo suficientemente importante como para ser incorporado a los procedimientos normales de previsión meteorológica" (Mitchell, 1964, fin del artículo).

[46] Huber y Jazewitsch, 1956, p. 29.

[47] Fritts, 1964 y 1965 a y b; aquí mismo, Gráficas I y II y Figura 1.

Mientras se espera la elaboración de buenas series "dendroclimatológicas" relativas a Europa, tarea que demandaría tiempo y recursos importantes, existe un método más simple y más rápido que permite hacerse una idea del clima del oeste de Europa desde el siglo XVI. Este método, conocido en Francia desde hace tres cuartos de siglo, se basa en el estudio y el conocimiento de las fechas de fructificación de los vegetales.

Es el método llamado "fenológico".[48] El principio es muy simple: la fecha de madurez de las frutas está en función esencialmente de las temperaturas que rodean a la planta entre la formación del retoño y el término de la fructificación. Cuanto más caliente y soleada haya sido esa época, más rápida y precoz será la madurez —y, por consiguiente, la cosecha, si se trata de una planta cultivada—. Por el contrario, si esos meses de la vegetación han sido fríos, nublados y poco luminosos, la madurez y la cosecha serán tardías. Existe una estrecha correlación —comprobada con exactitud en gran número de vegetales— entre las sumas de las temperaturas de los períodos vegetativos y las fechas de floración y de fructificación; fechas que resultan, de ese modo, valiosos indicadores climatológicos.

Para un historiador, a decir verdad, este campo de investigaciones se ve en primera instancia muy limitado: el antiguo régimen no nos dejó casi ningún documento acerca de las fechas anuales de floración de las lilas y de las rosas. Hay una sola fecha que muchos registros, deliberaciones o policía municipal anotan fielmente cada año: es la de las vendimias, cuando éstas se hacían por edicto. Esa fecha, fijada por expertos nombrados por la comunidad urbana o rural, depende, desde luego, de la madurez de la uva y constituye, por lo mismo, un buen indicador de la meteo-

[48] Acerca de la fenología, *cf.* el artículo fundamental de Angot, 1883. Véase también Garnier, 1955 y Samson, 1954, pp. 453-456; Duchaussoy, 1934. Ejemplos convincentes del método fenológico en Lindzey y Newman, 1956 (contiene una buena demostración de la estrecha correlación entre la temperatura y las fechas de floración de un gran número de plantas). Acerca de las aplicaciones prácticas de la fenología en agricultura, véase Golzov, Maximov, Iaroscheski, 1955; *cf.* también otra exposición de conjunto en L. R. L., 1966, cap. I.

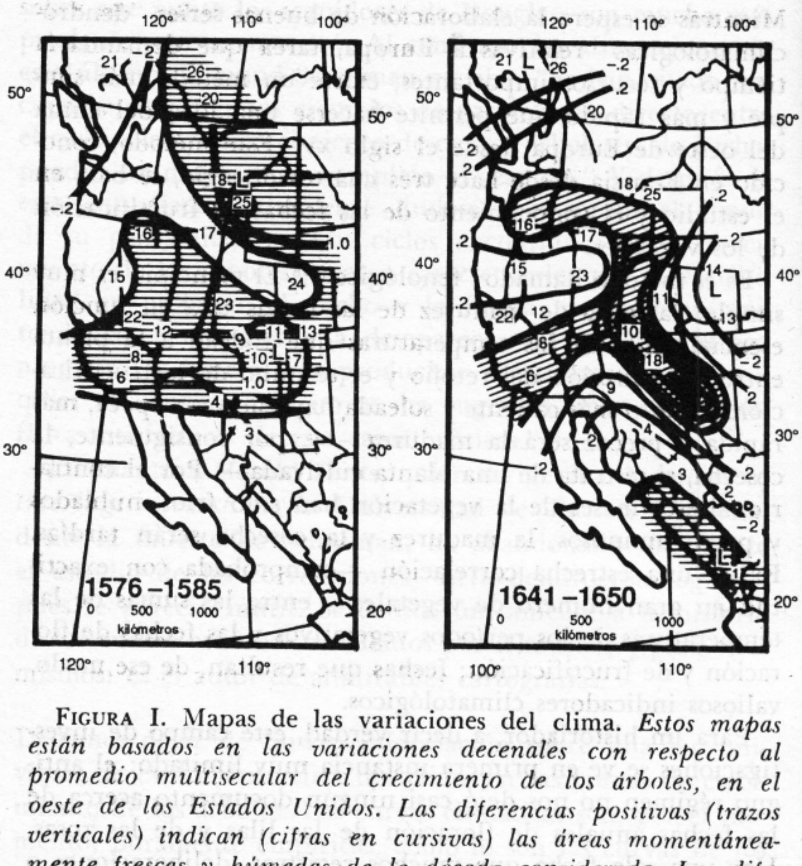
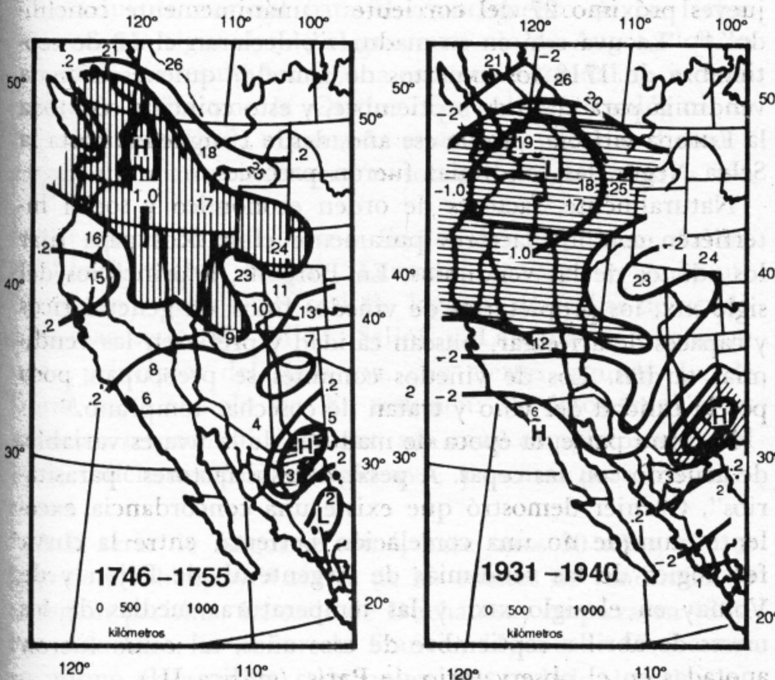


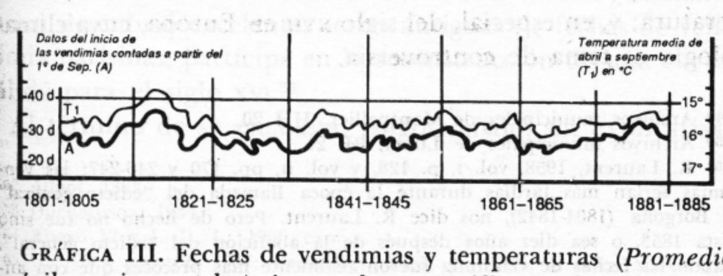
FIGURA I. Mapas de las variaciones del clima. *Estos mapas están basados en las variaciones decenales con respecto al promedio multisecular del crecimiento de los árboles, en el oeste de los Estados Unidos. Las diferencias positivas (trazos verticales) indican (cifras en cursivas) las áreas momentáneamente frescas y húmedas de la década considerada. Las diferencias negativas (trazos horizontales) caracterizan las áreas cálidas y secas. Los símbolos H* (high growth) *y L.* (low growth) *señalan esas mismas áreas y correlativamente el crecimiento débil o fuerte de los árboles. Las áreas se encuentran rayadas*

rología promedio durante el período de vegetación del año, de marzo-abril a septiembre-octubre. "Las uvas están ya maduras y hay lugares en donde incluso hasta se secan", escriben el 25 de septiembre de 1674 los expertos, "jueces de la madurez de la uva" y los nueve prohombres nombrados por la comunidad de Montpellier. Y la vendimia se fija "para mañana" y la primera cosecha "contando a partir del



cuando las diferencias van más allá de ± 0.6. Los números de los sitios (cifras en caracteres normales) se omiten cuando no hay datos. Las décadas 1576-1585 y 1931-1940 son muy secas. La década 1746-1755 es más bien húmeda. La década 1641-1650 está contrastada gráficamente.

FUENTE: Frits, 1964 y 1965 b, p. 433 *ss.*



GRÁFICA III. Fechas de vendimias y temperaturas (*Promedios móviles quinquenales*). Acerca de esta gráfica, *cf.* la p. 71.

N.B.—Para permitir la comparación con la curva fenológica A, la curva de las temperaturas T 1 ha sido invertida.

FUENTE: Garnier, 1955.

jueves próximo 27 del corriente... unánimemente concluido".[49] "La uva está en su madurez", declaran el 12 de septiembre de 1718 los expertos de Lunel,[50] quienes fijan la vendimia para el 19 de septiembre, y esto coincide con toda la Europa vitícola, ya que ese año, desde Languedoc hasta la Selva Negra, las vendimias fueron precoces.

Naturalmente, factores de orden económico y social interfieren con los factores puramente climáticos para fijar los edictos de las vendimias. En Borgoña, a principios del siglo XIX, los propietarios de viñedos finos, en general ricos y capaces de arriesgar, buscan calidad y prefieren las vendimias tardías. Los de viñedos comunes se preocupan poco por la calidad del vino y tratan de cosechar temprano.[51]

Por otra parte, la época de madurez de la uva es variable, de acuerdo con las cepas. A pesar de esos factores "parasitarios", Garnier demostró que existe una concordancia excelente, aunque no una correlación perfecta, entre la curva fenológica de las vendimias de Argenteuil, de Dijon y de Volnay en el siglo XIX, y las temperaturas medias de los meses de abril a septiembre de esos años, tal como fueron anotadas en el observatorio de París (gráfica III).

Las gráficas III y IV permiten afirmar el siguiente principio: vendimias precoces y año cálido; vendimias tardías y año frío, o, más exactamente, período vegetativo frío. Se entiende así el inmenso valor que tiene el conocimiento de las fechas de vendimias relativas a los períodos sobre los que no tenemos series continuas de observaciones de temperatura; y, en especial, del siglo XVII en Europa, cuya climatología es tema de controversia.

[49] Archivos municipales de Montpellier, HH 20.

[50] Archivos municipales de Lunel, BB 21.

[51] R. Laurent, 1958, vol. I, p. 128, y vol. II, pp. 170 y 246-247: las vendimias serían más tardías durante la época llamada del "edicto general" en Borgoña (1804-1842), nos dice R. Laurent. Pero de hecho no fue sino hasta 1853, o sea diez años después de la abolición del "edicto general", cuando las fechas de vendimia fueron realmente más precoces que con anterioridad. Los factores humanos (y, por ejemplo, la institución autoritaria del edicto general), sin ser despreciables, no tienen una influencia determinante; es el clima el que ha decidido las inflexiones cronológicas capitales.

Una fuente esencial para el conocimiento de las fechas de vendimia sigue siendo el gran artículo de Angot,[52] quien centralizó los resultados de una encuesta nacional (e incluso europea) hecha por la Oficina Central Meteorológica de Francia hacia 1880: numerosas estaciones vitícolas dieron a Angot abundante información sobre los siglos XVIII y XIX.

Con respecto al siglo XVII y finales del XVI, Dijon, Salins, Kürhbach (Selva Negra), Lausana, Lavaux y Aubonne (Suiza) aportaron series casi sin lagunas de fechas de vendimia. Las series de Dijon, Salins y Lausana se remontan hasta principios del siglo XVI, con ciertas lagunas. La de Dijon, hasta el siglo XVI. En resumen: los datos fenológicos abundan respecto al siglo XIX, son muy completos sobre el XVIII, suficientes para el siglo XVII, y escasos para los anteriores.

A la serie de Angot se sumó, hace unos 30 años, el trabajo de Duchaussoy,[53] acerca de los edictos de vendimias de la región parisina. La serie de Duchaussoy empieza en 1600. Por otro lado, en el sur de Francia, Hyacinthe Chobaut y yo mismo elaboramos, cada quien por su lado, los elementos de una serie meridional única que va del siglo XVI al siglo XIX.[54] Por su cuenta, Bennassar y Anes Álvarez, uno en relación con los siglos XVI y XVII, el otro respecto al siglo XVIII, establecieron una serie norespañola, en Valladolid.[55]

Para terminar, en colaboración con Mme. Baulant, quien descubrió excelentes series antiguas de fechas de vendimia parisinas, participé en la reconstrucción de una curva válida para el siglo XVI.[56]

Al término de su encuesta, Angot señaló, sin explicarlas,

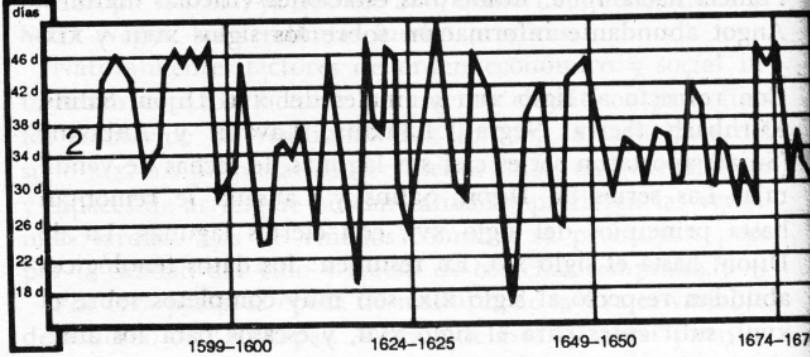
[52] Angot, 1883.

[53] Duchaussoy, 1934.

[54] Anexo 12 y L. R. L., 1966, cap. I.

[55] G. Anes Álvarez, 1967; Bennassar, 1967, p. 43-45; e *infra* anexo 12. Por el contrario, la serie borgoñesa del viñedo de Chamballe, mal listada por Danguy y Aubertin, 1892, no tiene gran valor; no fue utilizada en los promedios que produje en el anexo 12.

[56] *Cf.* anexo 12.

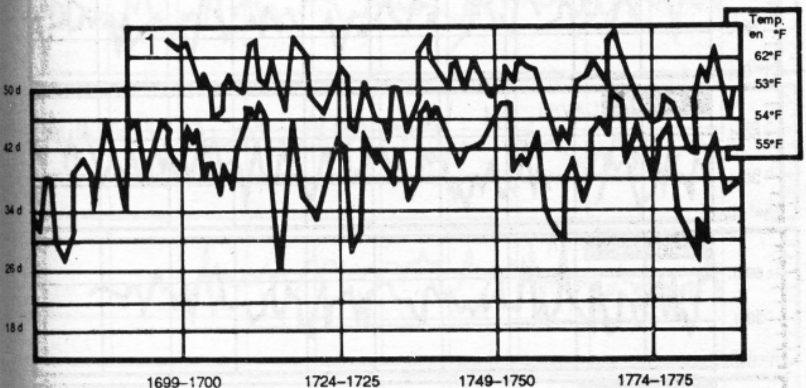


GRÁFICA IV. Fechas de vendimias y temperaturas. *1) Temperaturas de primavera y verano en Inglaterra (1º de marzo-1º de septiembre), en un promedio móvil de dos años. La escala de las temperturas (Fährenheit) se ha invertido para permitir la comparación con la curva de las vendimias.*

ciertas fluctuaciones de las fechas de vendimia: quisiera llamar la atención sobre ellas.

La Gráfica V, que elaboré de acuerdo con los datos publicados por Angot, presenta en una de las coordenadas las fechas de vendimia a partir del 1º de septiembre en cierto número de ciudades o localidades, todas ellas comprendidas entre los Alpes, la Selva Negra y el macizo central; en la otra, los años (de 1600 a 1800).

Ante todo, se nota la excelente —si no total— concordancia anual que aparece entre esas curvas diversas; así, por ejemplo, en el año 1675, las vendimias son muy tardías en

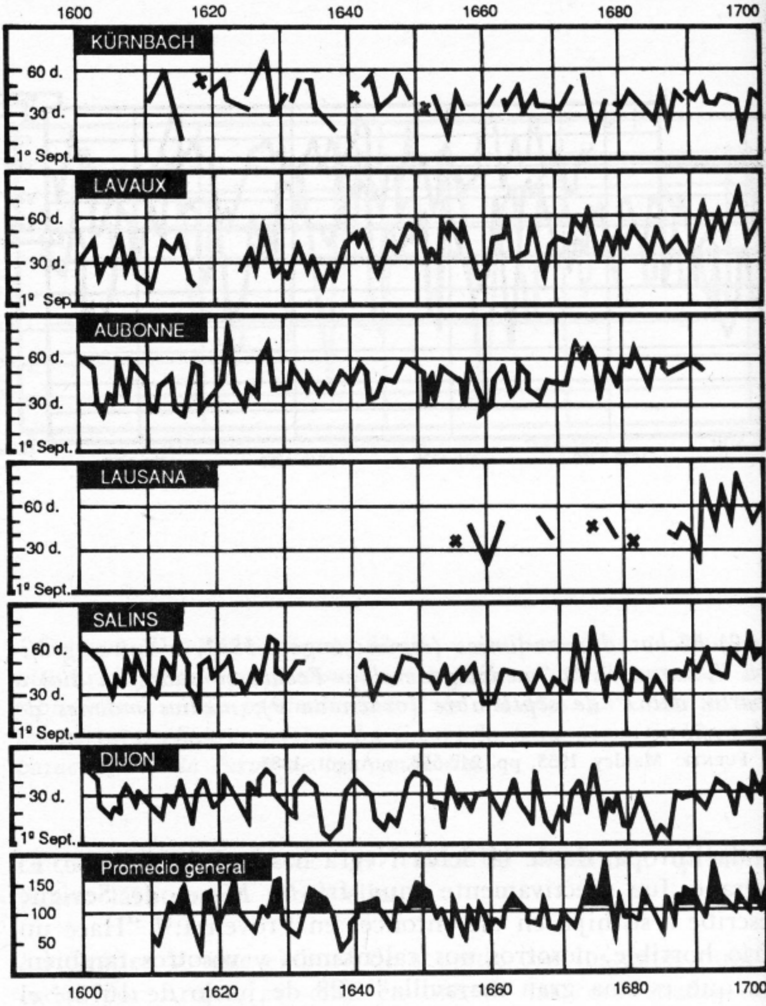


2) Fechas de vendimias (según Angot, 1833, e infra, gráfica V, curva de la "media general").–Fechas contadas en días a partir del 1º de septiembre (ordenada 0); medias móviles de dos años.

FUENTE: Manley, 1953, pp. 242-558, y Angot, 1883.

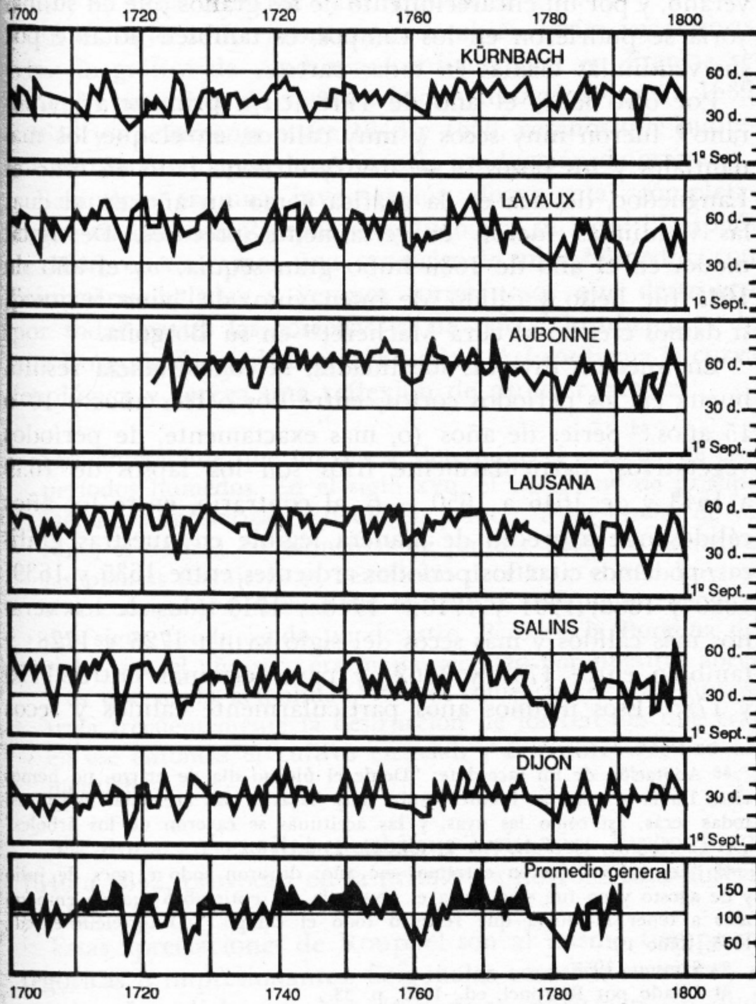
toda Europa, desde la Selva Negra hasta el Languedoc. El verano fue efectivamente muy frío y Mme. de Sevigné escribe a su hija, en ese entonces en Provenza:[57] "Hace un frío horrible, nosotros nos calentamos y vosotros también, lo que es una gran maravilla" (28 de junio de 1675); el 3 de julio, la marquesa anota de nuevo "un frío raro"; en pleno verano, el 24 de julio de 1675, otra vez: "Aún tenéis invierno. ¡Ah, hija mía, qué molesto resulta!" y hasta llega a preguntarse "si el procedimiento del sol y las estaciones había cambiado". Asimismo, el año de 1725, que se destacó

[57] Sévigné, ed., 1862, vol. III, pp. 499, 506, 523.



GRÁFICA V. Fechas de vendimias en los siglos XVII y XVIII. *Las curvas locales y la media general se construyeron según las cifras de Angot, 1833. (En abscisa, los años; en ordenada, las fechas de vendimias a partir del 1º de septiembre.)*

Algunas fechas faltantes fueron interpoladas, cuando fue po-



sible, a partir de curvas concordantes provenientes de localidades vecinas.

El índice 100, en la "media general", corresponde al 10 de octubre; el índice 50, al 20 de septiembre; el índice 150, al 30 de octubre.

por su nubosidad y sus lluvias continuas durante todo el verano, y por un encarecimiento de los granos que en su mayoría se pudrieron en los campos, es también notable por sus vendimias tardías en todas partes.

Por otro lado, el año de 1718, cuya primavera[58] y verano[59] fueron muy secos y muy cálidos, en el que los manantiales y los pozos se secaron y el heno faltó en todo el Languedoc, destaca en la gráfica como un año en el cual las vendimias fueron universalmente precoces. De igual modo, en el año de 1636 hubo gran sequía,[60] y el año de 1645 fue bello y cálido, de buen vino; de "vino furioso", si damos crédito al cura Macheret[61] en su Borgoña.

En nuestras diversas localidades, la concordancia resulta buena en los períodos cortos, entre dos o tres años y 10 o 15 años.[62] Series de años (o, más exactamente, de períodos vegetativos) particularmente fríos son los lapsos de 1639 a 1643 y de 1646 a 1650. . . o, al contrario, entre los años cálidos que aparecen de manera legible en nuestras gráficas, podemos citar los períodos ardientes entre 1635 y 1639; 1680 y 1686; 1704 y 1710;[63] 1718 y 1719 (dos de los veranos más cálidos y más secos del siglo XVIII); 1726 y 1728; y también entre 1757 y 1762; y para terminar entre 1778 y 1785. Esos últimos años particularmente cálidos y secos

[58] Anotación de un sacerdote: "Desde el último día de marzo, no hemos visto lluvia y nuestras fuentes están muy bajas. . . las aceitunas están casi todas secas, así como las uvas, y las aceitunas se cayeron de los árboles" (A. C. Aniane, Hérault, AA 2, fol. 67, 25-8-1718).

[59] "Los calores fueron extremos ese año; duraron todo el mes de julio y de agosto y no fue sino hasta el sexto día de septiembre cuando empezamos a tener la lluvia que refrescó todo el campo" (D'Aigrefeuille, ed., 1855, tomo II).

[60] Samson, 1955.

[61] Citado por Roupnel, ed., 1955, p. 33.

[62] J. Garnier, ingeniero de la meteorología, define de esta manera las fluctuaciones de la curva fenológica: "Las variaciones de las vendimias se presentan a veces en el sentido de la precocidad, a veces en el de la tardanza". "Encontramos —agrega— períodos más tardíos y más precoces correspondientes a los períodos secos y cálidos o a los períodos húmedos y fríos." (J. Garnier, 1955, p. 299).

[63] A pesar del invierno de 1709, situado fuera del período vegetativo: de una manera general, la fenología no da ninguna información acerca del invierno, período de reposo de la vegetación.

se acompañaron, como lo veremos, de una sobreproducción y de poca venta de vino, y quizá de granos.

En el siglo XVII, encontramos también series vegetativas frías: la gráfica de vendimias confirma que en Francia se vivieron una serie de veranos fríos y húmedos[64] entre 1639 y 1643 y nuevamente entre 1646 y 1650, veranos que pudieron resultar entorpecedores para la producción de granos.

Basándose en una investigación documental completamente tradicional, Roupnel concluyó por su lado: "Después de 1646, encontramos una sucesión de años húmedos, con primaveras heladas y veranos tormentosos que destruyen por todas partes las cosechas ya de por sí insuficientes de una Borgoña despoblada y arruinada." Así confirma la curva fenológica y agrega una reflexión de carácter general:

> Será interesante que un día se determine el carácter de esos períodos húmedos. En el siglo XVII, el excedente de precipitaciones atmosféricas se debió, al parecer, a las lluvias de verano, es decir a las tormentas de junio y julio. Actualmente las plantas forrajeras se benefician de ello, y el año lluvioso trae consigo el bienestar del agricultor, aunque en los viñedos sigue produciendo un desastre. Pero en la Borgoña del siglo XVII, el año seco era mejor recibido por nuestros ancestros que en la actualidad. Por el contrario, el año lluvioso traía frecuentemente la destrucción de los cereales que eran en ese entonces el cultivo esencial, y casi único recurso alimenticio.

No duda en escribir también: "Seis años lluviosos, de 1646 a 1652, provocan en la primavera de 1652 una miseria terrible".[65]

Estas apreciaciones de Roupnel son al mismo tiempo categóricas e impresionantes. Seis malas cosechas sucesivas, es mucho. Los dichos de los campesinos confirman sin duda las intuiciones roupnelianas ("Año lluvioso, año infeliz", "Año de heno, año de nada". E, inversamente, "Año seco jamás trae hambre". O "Año seco no empobrece al amo",

64 Esencialmente los de 1640, 1641, 1642 y 1643 y sobre todo 1646, 1647, 1648, 1649 y 1650.

65 Roupnel, ed., 1955, p. 33.

"Año seco nunca está hambriento", "Año seco, año de vinos").[66] Para corroborar por completo a Roupnel, tendríamos que encontrar, con los diezmos, la curva real de las cosechas borgoñesas. La curva en cuestión se elaboró desde la primera edición de nuestro libro: M. Silbert[67] pudo demostrar que, entre los años fríos y lluviosos registrados por el historiador borgoñés, fue sobre todo en 1649 cuando las intemperies de ese tipo dañaron más ferozmente las cosechas de grano.

Sin embargo, sería absurdo estar de acuerdo en todo con Roupnel y "explicar" las revueltas de la Fronda por esas condiciones meteorológicas desfavorables de la década de los años 1640. En cambio, podemos admitir, junto con él, que en una sociedad en crisis latente "desde 1630, 1635, 1637", las dificultades agrícolas, hijas de la adversidad climática, hayan podido tener un papel detonador; las malas cosechas pudieron desencadenar parcialmente las "extraordinarias escaladas cíclicas" de los precios de 1647-1650. Sin embargo, no fueron la causa, en el sentido profundo de la palabra, sino un factor secundario que contribuyó a catalizar el "inmenso trastorno económico, social y sobre todo demográfico" que se expresó de manera incompleta e ineficaz en las revueltas de la Fronda.[68] (El papel esencial de catalizador de las catástrofes corresponde principalmente a los hechos de guerra, a las hazañas de los reitres y a las dificultades de la economía, que no tienen nada de "climático".)[69]

Una vez constatadas estas concordancias, parece que podemos presentar, tranquila y legítimamente, los elementos de una cronología de las primaveras y los veranos de los siglos XVI, XVII y XVIII, basada en las fechas de vendimia.

La serie de fechas de vendimia que hemos elaborado comprende cuatro siglos:[70] en números redondos, de 1480

[66] Sanson, 1956.

[67] Silbert, en Goy y E. Le Roy Ladurie, *Las fluctuaciones del producto de los diezmos*, París, La Haya, 1971.

[68] Goubert, 1958.

[69] Jacquart, 1960.

[70] Véase anexo 12.

a 1880. Incluye esencialmente a la mitad este de Francia y a Suiza. Se utilizaron datos provenientes de varias decenas de viñedos (sólo una decena en el siglo XVI, y de 70 a 80 viñedos en los siglos XVIII y XIX).

En lo que se refiere al siglo XVI, Mme. Baulant y yo hemos establecido en 1969 nuevas series, sobre todo respecto a las cercanías de París: al compararse curvas maestras (París-Chartres, Borgoña y Suiza), emergen poco a poco los lineamientos de una periodicidad: las primaveras-veranos[71] entre 1510 y 1560, en fechas redondas, fueron definitivamente cálidas. Se van haciendo, primero imperceptiblemente, después más netamente, fríos entre 1560 y 1600. Los meses piloto durante los cuales se opera la fusión anual o "ablación" de los glaciares son los meses de marzo a septiembre, cuyo enfriamiento en los últimos 40 años del siglo XVI se hace evidente en las fechas de vendimia.

Por lo mismo, la ablación disminuyó durante los meses (sobre todo los del verano) que se enfriaron entre 1560 y 1600; menos gastados por la fusión anual, los glaciares de los Alpes avanzaron: esto explica, entre otros factores, el famoso avance glacial de los Alpes registrado en 1595-1605.

Viene después el siglo XVII. Un período de primaveras-veranos cálidos o templados, sin recurrencia fría de 1601 a 1616. Después, por el contrario, a partir de 1617 y hasta 1650, aparecen notables episodios fríos, es decir grupos de primaveras y veranos de baja temperatura y vendimia tardía, que causan estragos y que culminan en 1618-1621, 1625-1633, 1640-1643 y 1647-1650. Claro que este período de 33 años (1617-1650) no forma un bloque climático. Tiene sus contrastes internos: la década de 1630 conoce particularmente una ola de calor (1635-1639) que culmina en los veranos de 1637 y 1638. Sin embargo, no cabe duda que los episodios fríos o frescos dominan entre 1617 y 1650 (si comparamos el período 1617-1650 con los años anteriores, 1601-1616, o posteriores, 1651-1686); no nos extraña, pues,

71 Utilizamos esta cómoda expresión que corresponde casi exactamente al período marzo-septiembre, pertinente para la determinación de las fechas de vendimia.

que esa tendencia fría haya contribuido otra vez a que se produjeran los espectaculares avances de los glaciares alpinos, tan marcados en 1643-1644 y hasta 1653 en los Alpes franceses, italianos y suizos.

El siguiente período (1651-1686) es bastante diferente. Exceptuando un gran período fresco de 1672-1675, las fechas de la vendimia son casi constantemente precoces o por lo menos normales en esos 37 años: los grandes calores de primavera y verano de las décadas 1650 y 1660 se acompañan lógicamente de fuertes sequías: en el sur de Francia, durante algunos años desolado por la aridez,[72] los habitantes de Périgueux se ven obligados a recurrir a las reliquias de Santa Sabina, patrona de la lluvia, en agosto de 1654. En cuanto a las sequías de la década siguiente (la de 1660), por lo menos una de ellas tiene consecuencias algo fantásticas: en 1666, la vendimia es muy precoz en la mitad norte de Francia.[73] En el sureste de Inglaterra el tiempo también es caliente y seco. El nivel del Támesis está bajo, hasta el punto de obstaculizar e incluso arruinar a los navegantes.

En septiembre de 1666, la madera de las casas de Londres está tan seca que cualquier chispa la enciende como un cerillo. Samuel Pepys escribe consternado el 2 de septiembre de 1666: "Después de una sequía tan larga, todo era combustible, ¡hasta las piedras!" Los calores intensos y secos de la primavera y el verano de 1666 son entonces, según Pepys, una de las razones por las que el gran incendio de Londres pudo propagarse con tanta facilidad.[74]

Una vez transcurridos algunos años frescos (1673) o muy fríos (1675), volvemos, en la década de 1680, a un nuevo período de veranos cálidos y secos: en Inglaterra, donde se inician las primeras observaciones termométricas, y en Francia, donde las series de fechas de vendimia son numerosas, los años 1676-1686 se vieron arrasados por una ola de calor y sequía; en el sur de Francia, los manantiales se

[72] *Cf.* L. R. L., 1966, p. 36 (cronología precisa).

[73] Anexo 12.

[74] Pepys, *Journal*, 2 de septiembre de 1966; *cf.* también los textos citados por Schove, 1966.

secaron y la sequía indujo la migración de saltamontes provenientes del sur, en 1686.[75] Los años 1690 (más exactamente 1687-1703) tuvieron un carácter radicalmente opuesto. Fueron tardíos en la vendimia y muy fríos en primavera y verano. Las monografías de años particulares muestran perfectamente esta tendencia general: casi en todas partes, las vendimias de 1692 y 1698 fueron las más tardías entre 1675 y 1725; y en la misma década, en Salins o en Dijon, no hubo vendimia precoz comparable con las de 1684, 1686 o 1718. La hermosa serie de observaciones termométricas inglesas presentadas por Gordon Manley confirma esta cronología: también en Inglaterra,[76] la década de 1690 es muy fría en cuanto a primavera y verano. Supera todos los registros de frío (relativos a dos estaciones) del "siglo XVIII" (1680-1790), por casi un grado centígrado. Los cronistas y los contemporáneos lo habían notado desde hacía tiempo; después de la helada primavera de 1692 ("tiempo muy frío para la estación; apenas una hoja en los árboles, el 24 de abril de 1692"), "empezó una serie de años extraordinariamente malos, el período estéril de finales del siglo XVII",[77] escribe T. H. Baker, quien trabaja con información puramente documental, sin fechas de vendimia ni registros de termómetros.

Durante el siglo XVIII, la constante comparación de las series fenológicas francesas con las curvas termométricas inglesas permite avanzar con gran certeza. Efectivamente, ya hemos visto que una de las más antiguas series meteorológicas, la del centro de Inglaterra, publicada por Gordon Manley,[78] permite construir, con respecto al final del siglo XVII y el siglo XVIII, una curva de temperaturas del período anual (1º de marzo-1º de septiembre de 1690), cuyo aspecto general es muy similar al de la curva de vendimias (gráfica IV). Esta concordancia es más que una simple confirmación de la serie fenológica: la historia misma de las

[75] L. R. L., 1966, pp. 34-35. Acerca de las observaciones termométricas en Inglaterra, indicadoras de una tendencia caliente, durante las primaveras-veranos de la década 1680, *cf.* Manley, 1965, y von Rudloff, 1967, p. 93.

[76] Von Rudloff, 1967, p. 93; Manley, 1959.

[77] Baker, 1883, citado por Easton, 1928, p. 117.

[78] Manley, 1953.

fluctuaciones térmicas de la bella estación del siglo XVIII, en Europa noroccidental, está trazada en esas dos curvas emparentadas. La serie de fechas de vendimia adquiere mucho valor en ese acercamiento y podemos utilizarla con toda confianza en relación con el siglo XVIII.

Detectados gracias a esta serie, los tres grandes grupos de años fríos (desde el punto de vista del período primavera-verano) que se destacan entre 1700 y 1800, son, en Francia, 1711-1717, 1739-1752 y, finalmente, 1765-1777 (la cronología es bastante similar en Inglaterra, a pesar de algunas pequeñas variaciones). Los recientes análisis de von Rudloff, basados en las series meteorológicas de Alemania, dan interesantes precisiones relativas al tercero de estos períodos fríos (1765-1777):[79] las primaveras germánicas fueron también frías en esos años, especialmente entre 1763 y 1772;[80] en cuanto a los veranos, que fueron muy lluviosos en el período 1763-1772 y muy fríos en los años 1767-1776, se explican fácilmente por una situación de depresión: durante esos diez años, el barómetro cayó, las presiones fueron inferiores a lo normal en el centro de Francia y, sobre todo, en Holanda y en el norte de Noruega, en donde el déficit barométrico alcanzó en el verano entre 1.2 y 1.6 milibars.[81] Ese déficit de calor y de radiación fue tal durante esos años, que los glaciares de los Alpes, sometidos a una ablación sumamente débil, presentaron una ofensiva que culminó en los años 1777-1778. Por el contrario, en Francia los intervalos de primaveras-veranos cálidos y de vendimias precoces son evidentes en el siglo XVIII, entre 1718 y 1737, 1757 y 1763 y entre 1778 y 1781; esta última onda cálida es bien conocida en Europa:[82] desde Escandinavia e Inglaterra, hasta Francia y Suiza, los promedios térmicos del verano durante la década 1773-1783 (que von Rudloff escogió como referencia) son los más elevados de todas las décadas que se conocen desde el inicio de las observaciones rigurosas (es decir desde principios del siglo XVIII); los más elevados,

[79] Von Rudloff, 1967, pp. 125-131.
[80] *Ibid.*, p. 126.
[81] *Ibid.*, p. 129.
[82] *Ibid.*, p. 129.

también en muchos casos, hasta nuestros días. Los promedios de verano de esa década cálida (1773-1783) sobrepasan los valores normales por más de 1.12°C.

Para terminar, en el siglo XIX, a juzgar también por las fechas de vendimia franco-suizas, los veranos cálidos de la primera década[83] (1801-1811) ceden su lugar en 1812-1817 a una nueva serie de seis años fríos en cuanto a primaveras-veranos: una serie fría cuyo equivalente era desconocido en Francia desde 1765-1777. Un "fuerte golpe" de los glaciares en los Alpes se da lógicamente hacia 1820, ese período fresco caracterizado una vez más por el déficit de ablación de los hielos. Y es el mismo fenómeno: primaveras heladas, veranos frescos, vendimias tardías, que se da durante los siete años excesivamente lluviosos que van de 1850 a 1856.

Por el contrario, el período situado entre 1857 y 1875 se caracteriza por sucesiones de primaveras y veranos cálidos, luminosos,[84] o por lo menos de tendencia media, sin exceso de frío. Las vendimias francesas, cuya curva de fechas coincide magníficamente[85] con la de las temperaturas nacionales de marzo a septiembre, en definitiva se orientan, durante esos 20 años, hacia la precocidad. Factores no climáticos pudieron influir en las decisiones de los viticultores. Pero no cabe duda que el calor de los veranos registrado durante las dos décadas posteriores a 1856 fue una de las causas esenciales de las vendimias tempranas. Las series termométricas y barométricas (que surgen en toda Europa en el tiempo de Napoleón III y de Bismark) permiten medir ese calentamiento estival. Por cierto, nunca fue tan bueno el vino de Alemania (signo indudable de un buen verano), como en esos años de la década luminosa 1855-1865; y, sobre todo, en 1857, 1858, 1859, 1861, 1862 y 1865.[86] Llama la atención la coincidencia entre esos años de finas botellas, registrados en los viñedos renanos, y las tempranas vendimias, exactamente esos mismos años, en viñedos franceses. El Sol brilló para todas las cepas, ya fuesen del Rhin, del

[83] Anexo 19 y von Rudloff, 1967, p. 139.
[84] *Cf.* también, acerca de esto, von Rudloff, 1967, p. 154.
[85] Anexo 19, respecto al período 1851-1879.
[86] Anexo 19 y Müller, 1953, p. 224; von Rudloff, 1967, p. 154.

Saona o del Ródano, en esos tiempos benditos del Segundo Imperio que, hablando de buenos vinos, no habían tenido parangón desde 1778-1781; las presiones altas, generadoras de buen tiempo, cubrían el centro de Europa; la sequía se instaló durante la década más cálida y más árida, en 1862-1871, en la alta Italia, en Hungría, en el suroeste de Alemania y en el valle del Ródano. Los glaciares derretidos por el calor tórrido de los sucesivos veranos retrocedieron masivamente durante las décadas de 1860 y 1870 (una regresión de más de un kilómetro), lo que puso fin a esa creciente de hielo que duró más de dos siglos, durante la pequeña edad de hielo.[87] Las vendimias precoces de los 15 o 20 años posteriores a 1856 marcaron así una de las mayores inflexiones de la historia climática de Europa occidental.

Un estudio de las fechas de vendimia llevado hasta el siglo XIX es interesante, ya que permite correlacionar los datos fenológicos con la geografía cambiante de las masas de aire, que son las que determinan, a final de cuentas, las fluctuaciones del tiempo de un año al otro. En 1822, 1834 y 1865, las precoces fechas de vendimia, que indican primaveras y veranos cálidos, corresponden a situaciones anticiclónicas: altas presiones y anticiclones sobre toda Europa (1865); tiempo soleado, alta presión sobre el norte de Europa y Escandinavia (1822); presión alta en Finlandia y Rusia; foehn (viento caliente y muy seco) en Italia (1834).

Por el contrario, las vendimias tardías, que expresan primaveras-veranos frescos, corresponden frecuentemente a un tipo de situación ciclónica en la que predominan a la vez vientos del oeste y clima nublado, fresco, con bajas presiones en Francia, Irlanda y Escocia: tal es el caso, por ejemplo, de los años 1816 (verano horriblemente frío), 1835, 1836, 1843, 1845, 1853, 1855, 1860 y 1879. Sin embargo, la cuestión no es tan sencilla, ya que ciertos veranos frescos con vendimias tardías corresponden a una situación barométrica diferente: en 1812 y 1813, por ejemplo, y también parcialmente en 1816, altas presiones centradas en Es-

[87] *Cf. infra*, cap. IV.

cocia (que dirigieron hacia Francia los vientos del norte) son las responsables del tiempo frío del período marzo-septiembre y del correspondiente retraso en la vendimia.

Éstas son algunas de las reflexiones suscitadas por el análisis puramente físico de nuestra serie de fechas de vendimias. Se verá que nuestras monografías toman en cuenta sobre todo las tendencias anuales, decenales o interdecenales; es decir, las inflexiones climáticas cuya duración es inferior a un siglo. Una de las fluctuaciones intraseculares puestas en evidencia que se hace más notoria es la que se refiere al enfriamiento de las primaveras y veranos de la segunda mitad o último tercio del siglo XVI; enfriamiento que produjo, por otra parte, el avance glacial de los Alpes del norte.

¿Es posible sobrepasar este marco cronológico un poco exiguo, limitado a lo intrasecular? ¿Podríamos acaso descubrir, gracias a las vendimias, fluctuaciones mayores a un siglo? Si esta posibilidad se llegara a concretar, podrían obtenerse, gracias al indicador fenológico, las tendencias seculares e interseculares y, de ese modo, el movimiento de larga duración del clima.

A decir verdad, una mirada superficial a tal o cual curva fenológica podría hacer creer en la existencia *implícita* de tales movimientos: así, las vendimias de Lavaux fueron cada vez más tardías entre 1640 y 1710; en la primera mitad del siglo XVII, se cosechaba la uva entre el 20 de septiembre y el 10 de octubre; en el siglo XVIII, mucho más tarde: entre el 10 y el 30 de octubre.

Magnífico ejemplo —podríamos decir— del enfriamiento progresivo que se produce de un siglo a otro y cuyo punto de inflexión se ubica durante el reinado de Luis XIV. ¿Pero, cómo explicar que ese retraso en la vendimia no se manifieste en Dijon sino hasta 50 años después? En cuanto a Salins y a Kürnbach, la fecha promedio de la vendimia no varió prácticamente en el siglo XVII ni a principios del XVIII; si hubo cambio, fue más bien en el sentido de la precocidad. ¿Los viticultores del Condado Francés o de Alemania estarían sometidos a otras condiciones climáticas que sus colegas suizos o borgoñones? Evidentemente que no.

La excelente concordancia de los episodios fenológicos de corta y mediana duración, en viñedos muy apartados entre sí, prueba que un único factor predomina en este primer caso: el clima, que unifica las decisiones de las comunidades rurales, desde Alemania hasta el sur de Francia. Por el contrario, la discordancia evidente en los movimientos de larga duración, aun entre viñedos muy cercanos, no podría ser obra del clima. El retraso de la vendimia, cuando tiene lugar en Dijon o en Lavaux, por ejemplo, se debe a la acción del hombre.

La razón es conocida: ya en el siglo XVII, ya en el XVIII, el viticultor, estimulado por una mayor y más exigente demanda, renuncia a su tradicional vino mediocre y busca obtener vino de calidad y que se conserve mejor;[88] más aún, en Guyenne y Languedoc, se quema el vino para hacer aguardiente; en ambos casos, lo que interesa es cosechar más tarde, pues se obtiene así una uva más madura, con mayor cantidad de azúcar y capaz de dar más "grados". Es la "podredumbre noble". Y esta práctica recorre hacia arriba la curva fenológica.

Signo de revolución vitícola y no de revolución climática, el retraso en las vendimias revela un interesante dato de historia económica; para que ese retraso de las vendimias revistiera un significado meteorológico y revelara un movimiento del clima de larga duración, debiera tener lugar en todos los viñedos al mismo tiempo. Y ya vimos que no es así. El indicador biológico no descubre, pues, en los siglos XVII y XVIII, ninguna onda larga de la meteorología[89] que pudiera cubrir los episodios cortos o medios, perfectamente claros y sincrónicos en todas las gráficas.

Sin embargo, quizá sí existe esa onda larga. Pero debe evidenciarse con otros medios más sensibles y más sutiles. En ese nivel, el indicador fenológico, por lo menos en un primer estadio,[90] es demasiado burdo para la investigación

[88] Enjalbert, 1953, p. 462.

[89] Respecto al siglo XVI, el problema se plantea de manera algo diferente; *cf.* t. II, anexo 12, cuadro II.

[90] Sin embargo, no se excluye la posibilidad de llegar algún día a encontrar índices de fluctuaciones climáticas seculares, examinando cuidadosamente y con técnicas perfeccionadas, las fechas de vendimia. Por lo que

propuesta, demasiado sujeto a los factores humanos, como para poder pedirle que sirva de testimonio del movimiento secular.

Aunque las fechas de vendimias sean inadecuadas para describir el largo plazo, son, al paso de los años, indicadoras de tipos de primaveras-veranos: frescos y, por lo tanto, tardíos; o bien cálidos y, por lo tanto, precoces. ¿Cuáles son las consecuencias humanas y ecológicas de esos diversos tipos de estaciones?

Un primer ejemplo, que nos servirá de hilo conductor, es el año de 1816. Las vendimias fueron entonces más tardías que nunca: ocurrieron en noviembre, en los Alpes, y a finales de octubre o en noviembre en el norte y el centro de Francia;[91] el déficit térmico fue muy marcado en todos los meses que van de marzo a septiembre. En París, hubo temperaturas entre 0.8 y 0.9° inferiores a la normal, durante los meses de marzo, abril y mayo de 1816, y fueron aún más bajas durante el verano: en junio de 1816, el déficit térmico fue de −2.2° en relación con la normal parisina; en julio, de −3.5°; en agosto, de −2.8°; en septiembre, de −1.6°. Al mismo tiempo, las precipitaciones aumentaron en París y alcanzaron 211 mm en el verano de 1816, contra los 150 mm de un verano normal.[92] La causa de este singular fenómeno puede ubicarse en una distribución anormal de las presiones, que nos muestran las observaciones barométricas ya relativamente numerosas en esa época.[93] En ese año, las presiones altas del Sahara apenas llegaron al continente europeo, en el que normalmente se desbordan durante la estación cálida. De pronto, las presiones bajas se instalaron en Europa central y esa zona se abrió hasta el extremo sur a las masas de aire frío y polar. En cuanto a la Europa occidental, en ese mismo año, cayó la influencia de los vientos del sector norte que dirigían sobre ella las

se refiere al siglo XVI, la tarea parece ya bien avanzada, en este sentido (*cf.* t. II, anexo 12, cuadro II).

91 Angot, 1883, páginas B 47 a B 50 y B 74.

92 *Ibid.*, páginas B 117 y B 118.

93 Acerca de estos problemas climatológicos del año 1816, véase von Rudloff, 1967, p. 140, y fig. 17 (*ibid.*, p. 54).

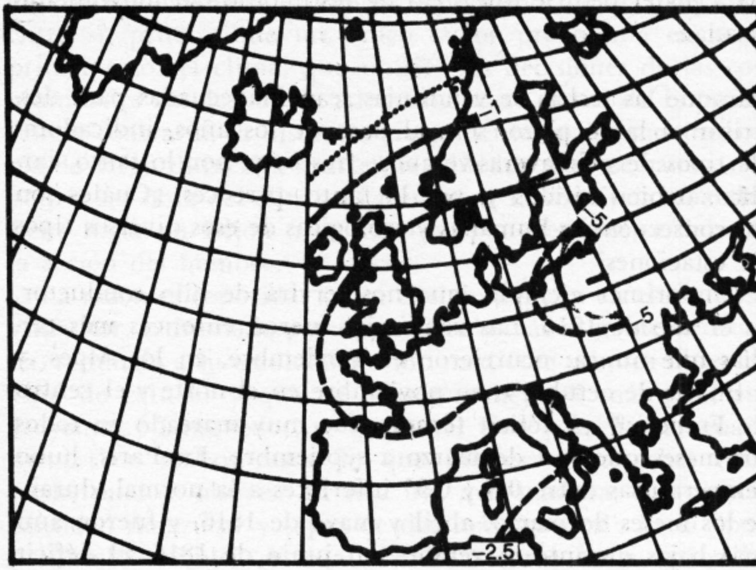


FIGURA II. *Desviaciones positiva y negativa de la presión durante el verano de 1816, muy frío en relación con la media estival de 1901-1950; ese verano frío y muy húmedo causó mucho daño a la cosecha de 1816, y produjo la escasez cerealera de 1817.*

FUENTE: von Rudloff, 1967.

altas presiones implantadas entonces en el Atlántico septentrional. De nuevo en 1816, toda Europa, como en 1316 o en 1675, pasó el verano bajo la lluvia y junto a la chimenea; ¡incluso en esa ocasión nacieron dos clásicos de la literatura popular!: *Frankestein* de Mary Shelley y el *Vampiro* de Polidori; los dos autores, encerrados por el mal tiempo en una casa cerca de Ginebra, pasaron efectivamente gran parte de ese lúgubre verano contándose, en compañía de Byron, diversas historias de terror que después pusieron sobre papel. . .[94]

[94] Boujut, 1965, pp. 9-12.

El verano en exceso lluvioso de 1816, al enclaustrar a los escritores en sus casas y confinarlos a sus negras ideas, contribuyó pues (marginalmente) al nacimiento del ser más abominable que haya surgido nunca de la imaginación de una jovencita (Mary Shelley no tenía siquiera 19 años el día en que concibió a Frankestein). Pero si el verano de 1816 fue para el Occidente fértil en monstruos de gran futuro, ¡lo fue mucho menos en cereales! Un campesino de Brie,[95] en la región de Sena y Marne, región que en tiempo normal es riquísima en granos, lo dice sin rodeos:

> El invierno (de 1816) fue lluvioso. La primavera (de 1816), fría y tardía. El verano, lluvioso y tardío. No empezamos a cortar el trigo sino hasta el 20 de agosto, fecha muy tardía. No podíamos cortar dos días seguidos por las fuertes lluvias. De golpe, el trigo escaso y caro valía de 50 a 60 francos el costal. Nada de vino. Las viñas se helaron en las cepas. Se vendimió el día de Todos los Santos. El poco vino cosechado no se podía tomar. En cuanto al pan, viscoso y húmedo, hecho con granos muy húmedos, no se podía comer. Se quedaba en el cuchillo.

De pronto, el hambre se instaló, se tuvo que vivir (o morir) de esa mala cosecha durante los 12 meses que le siguieron, del verano de 1816 al verano de 1817. "En el mes de mayo (1817), escribe en su estilo ingenuo otro campesino de Brie, el trigo se puso tan caro que todo mundo pensó en morir de hambre. En el mes de junio hubo revoluciones en todos los mercados y ciudades, pues no se podía obtener pan de los panaderos."[96]

En resumen, si damos crédito a estos testimonios, corroborados por muchos más, el tiempo frío y las persistentes lluvias, durante la primavera y el verano de 1816, dañaron sucesivamente el crecimiento y la maduración del trigo, tan ávido de calor y de sequía; después hicieron caer las espigas y germinar el grano en la gavilla. De ahí el hambre y los disturbios sociales.[97]

[95] Citado por Gueneau, 1929.
[96] Texto publicado por J. M. Desbordes (hacia 1965).
[97] Acerca de esta penuria, véase Gueneau, 1929, p. 18 *ss.*, 94 y *passim*.

El año de 1816, con sus vendimias muy tardías, su primavera y su verano fríos, lluviosos, sus granos podridos y destrozados, nos ofrece entonces un modelo: en retrospectiva, ese modelo nos aclara toda la curva de las vendimias de tres siglos; los efectos humanos de los fenómenos climáticos reflejados por ella aparecen así bajo una nueva luz.

Efectivamente, tenemos algo seguro: los años o series de años fríos y húmedos, de cosechas tardías, como 1816, presentan grandes riesgos en el cultivo de granos. No todos son nefastos para los cereales ni mucho menos. Pero en los siglos XVI, XVII y XVIII, forman un contingente importante de años de hambre y penurias. Y, como el grano es un producto básico en las producciones del Antiguo Régimen, en donde la preponderancia rural es aplastante, podemos decir que, en los países del Occidente templado (norte de Francia, Inglaterra y Alemania), toda la economía frágil de las sociedades tradicionales era vulnerable a los años tardíos y lluviosos.

Nuestra curva empieza ya entrado el siglo XVI. Un grupo de estaciones frías, con vendimias tardías, se desprende durante tres años sucesivos, 1527, 1528 y 1529: fríos y diluvios desatan una sucesión de catástrofes cerealeras, acompañadas por hambre y motines en toda Francia:[98] la gran rebelión de Lyon, en el año de 1529, en la que se mezclan indistintamente las reivindicaciones de los hambrientos y las que tal vez fueron los primeros brotes protestantes, fue uno de los momentos culminantes de esa crisis. También en Inglaterra,[99] las cosechas, víctimas de un tiempo humedísimo fueron muy malas en 1527; y fueron mediocres todavía en 1528 y 1529: en Norwich, en 1527, en el registro del alcalde, se lee que para ese año "había tan poco grano que en vísperas de la Navidad la gente del pueblo estaba dispuesta a sublevarse contra los hombres ricos de la ciudad".

Durante la década de 1590, encontramos otro grupo de primaveras-veranos frescos, con vendimias tardías o muy

[98] Baulant y Meuvret, 1960, vol. I; Hauser, 1896.
[99] Hoskins, 1964, p. 28, 34 y 39.

tardías en siete años sucesivos (1591, 1592, 1593, 1594, 1595, 1596 y 1597). Bajo ese punto de vista, ésta es la década más fría desde el comienzo del siglo XVI. Ya he mencionado varias veces que fue el preludio de uno de los más violentos avances glaciales que hayan conocido los Alpes en la edad moderna. Pero los granos también fueron afectados por esas estaciones frías y muy húmedas. En el norte de Francia (si dejamos de lado París, en donde el mercado de granos fue perturbado por el sitio de la capital a manos de Enrique IV, en 1590), los años de gran penuria, de carestía y de escasez del trigo fueron:[100] 1594, 1595, 1596 y 1597. La coincidencia con los datos ingleses es exacta. Se trata, de manera general, de lo que el profesor Haskins llamó "la gran hambre europea de 1594-1597".

> Hubo por lo menos, según Haskins, cuatro años terribles en serie. La lluvia cayó de manera continua desde Irlanda hasta Silesia. La cosecha de 1594 fue mala; 1595 fue incluso peor; 1596 fue un desastre; 1597 fue igualmente malo... El hambre se extendió por toda Europa. Se dice que en Hungría, las mujeres tártaras se comieron a sus propios hijos. En Italia y en Alemania, la gente pobre se comía todo lo que encontraba: gatos, perros y hasta serpientes y champiñones (*sic*). En Inglaterra hubo motines de subsistencia en diversos condados, y el más serio fue quizá el de Oxfordshire.[101]

Para luchar contra la pobreza, las autoridades británicas tomaron, en 1597-1598, reaccionarias medidas temporales contra los campos cercados.

En Inglaterra, como en Francia, la segunda mitad de la década de 1640 se presenta bastante negra en cuanto al clima: en ambos lados del Canal de la Mancha, los años frescos y lluviosos a partir de 1647 tuvieron efectos negativos. En una sutil exposición, W. G. Haskins pudo separar, respecto a este período, los efectos propiamente meteorológicos de los de la guerra civil y la revolución de Inglaterra:

[100] Goubert, 1960, vol. II, gráfica de los precios del trigo en Beauvais; Deyon, 1968, *ibid.*

[101] Hoskins, 1964, p. 38.

> Los años 1640, escribe Haskins, empezaron con disturbios agrarios bastante extendidos. Pero, en general, la situación del trigo se mantuvo en buen nivel hasta la mitad de la década, a pesar de los estragos locales provocados por la guerra civil, contemporánea de la revolución de Inglaterra. La cosecha de 1646 tuvo condiciones excesivamente húmedas: la mala cosecha se acompañó de una epizootia muy extensa entre los bovinos; los precios de los cereales subieron año con año para alcanzar un tope después de 1650.[102]

Hubo otra década negra a finales del siglo. Los años 1690-1700 fueron, efectivamente, muy fríos y húmedos, ocasionalmente en primavera y verano, y generalmente durante las cuatro estaciones. Esos años vieron aparecer no sólo vendimias tardías, como era de esperarse, sino también grandes crisis de subsistencia y, entre estas últimas, una de las peores hambres del siglo XVII: la frustrada cosecha de 1693 fue el origen de una penuria apocalíptica al estilo medieval que dejó en Francia y los países vecinos millones de muertos. Ningún historiador especialista del siglo XVII francés calificará de exageradas mis apreciaciones en cuanto a este desastre.

Desde luego, el origen de esta hambruna se debe, entre otros, a factores no climáticos: desde 1687-1689, todos los reyes de Europa estuvieron en lucha armada unos contra otros. Una verdadera guerra mundial, atroz, homicida... Se constituyeron reservas de granos para los ejércitos, lo cual comprometió así la ya raquítica provisión de las poblaciones civiles. Por otra parte, aumentaron los impuestos; y esta presión fiscal tuvo graves repercusiones: los campesinos no tuvieron con qué comprar semillas cuando les faltaron, pues se vieron agobiados por el pago de impuestos... En tales condiciones, una mala cosecha significa automáticamente que la siembra siguiente se perderá. La cosecha del siguiente año se ve comprometida *ipso facto*.

Esos fueron los factores no climáticos. Pero la meteorología también jugó un papel nefasto en esa década de 1690, tan deprimente. Los años 1680, cálidos y secos en las esta-

[102] Hoskins, 1968, p. 20.

ciones de crecimiento, habían provocado en el norte de Francia y en Inglaterra una serie de cosechas magníficas: bajo el sobrepeso de la oferta, los precios del trigo cayeron a la baja.[103] ¡Pero no por mucho tiempo! A partir de 1687 llegaron los temibles fríos, señalados por las vendimias tardías de la última década del siglo. Esos fríos fueron especialmente destructores para las cosechas de los altos valles de los Alpes: ahí, los cereales, situados en el límite extremo de tolerancia de su hábitat en las alturas, tuvieron dificultad para defenderse contra los rigores del clima montañoso que aun en años normales resulta peligroso para su existencia. En los Alpes, precisamente, las primaveras y los veranos son fríos, y frecuentemente húmedos y lluviosos durante los años 1687, 1688, 1689, 1690 y 1692.[104] Los efectos de esa fluctuación negativa de las temperaturas y positiva de las precipitaciones sobre las cosechas locales fueron muy perjudiciales: "Desde 1690, escribe un funcionario saboyano en 1693, la mayoría de la gente de Tarantaise y de Maurienne (altos valles de los Alpes) vivió de pan de cáscaras de nueces molidas con harina de cebada o de avena."[105] Lo mismo ocurrió en los montes del macizo central, en Auvernia y Limosino: "Esta provincia (Auvernia) sufre desde hace tres años una gran escasez de trigo. . . y es la única del reino, junto con el Limosino, que ha caído en esa desgracia", escribe el intendente de Auvernia, desalentado por las tres cosechas insuficientes que sufrió su región (1690, 1691 y 1692).[106] El año de 1692, extremadamente frío y húmedo en primavera y verano, no mejoró la situación. Las vendimias fueron dramáticamente tardías (en Suiza, empiezan el 9 o 12 de diciembre).[107] Esos meses lluviosos

103 *Cf.* sobre todo Hoskins, 1968, p. 22 y Baulant y Meuvret, 1962, vol. II, *in fine*, gráficas. Por el contrario, en Francia mediterránea, muy vulnerable ante la aridez, el calor y la sequía de los años 1680, habían conducido a resultados inversos a los que se registraron simultáneamente en el norte. Las cosechas del sur francés, cocidas por el sol, fueron deficitarias en la década 1680.

104 L. R. L., 1966, p. 750.

105 Boislisle, p. 338.

106 Boislisle, documento No. 1256: carta del Intendente de Auvernia del 4-6 de noviembre de 1693.

107 Angot, 1883, p. B 72.

y helados de verano fueron muy desfavorables para los cultivos que eran el sustento de la gente del pueblo, como castañas, alforfón o vino. En el otoño de 1692, el intendente Bouville, de Limoges, presentó un balance algo triste: "Todas las castañas se pudrieron, así como la mayor parte de los trigos negros. . ." El tiempo sigue siendo tan frío y lluvioso, agrega el funcionario, "que las viñas han sufrido mucho y siguen sufriendo, de manera que habrá muy poco vino. . .; por la falta de alforfón y de trigo negro la gente va a sufrir hambre desde la Cuaresma".[108] Había la misma impresión pesimista en Ile de France, Anjou, Normandía, Poitou y Bearn. . . "El año de 1692, escribe por ejemplo un campesino de Brie en su diario personal, fue muy tardío. Hacía siempre frío en verano. La cosecha de grano fue raquítica".[109]

A medida que avanzó el mes de octubre de 1692, tan helado como el verano que lo precedió (el 27 de octubre de 1692,[110] cayeron 15 cm de nieve cerca de París), la angustia creció, pues el espectro de una gran penuria empezó a dibujarse: "La helada terminó con las pocas castañas y el trigo negro que quedaban —escribe el 18 de octubre de 1692 el intendente de Limosino—, dejó las viñas en tal estado que pareciera que el fuego las arrasó. La pobre gente se ve obligada a guardar la avena para hacer pan. El próximo invierno se van a alimentar de avena, cebada, chícharos y otras leguminosas."[111] Y, finalmente, el 24 de octubre, apareció el obscuro y profético texto que prevé lúcidamente la llegada del hambre para el año siguiente; hambre que se extenderá desde el tiempo de cosecha del verano de 1693, hasta el verano de 1694:

> Lo más temible, escribe el intendente de Auvernia ese 24 de octubre de 1692, es la gran escasez de trigo, no sólo para

108 Boislisle, 1874, tomo I, p. 297.

109 Desbordes (Brie), p. 7; *cf.* también, acerca de la mala cosecha de 1692 en la mitad oeste de Francia (Anjou, Poitou, Normandía y Bearn), las cartas al control general de los días 9, 15 y 19 de octubre de 1692, en Boislisle, tomo I.

110 Desbordes, p. 16; Boislisle, I, p. 297.

111 *Ibid.*, en esa fecha.

el próximo 1693, sino también para 1694. La mayor parte de las tierras de la alta Auvernia no fueron sembradas. No quiero decir que estén abandonadas, ni que no haya suficiente grano para sembrar, *pero el mal tiempo retrasó tanto la cosecha y la siembra que la mayoría de los labradores no se atrevieron a sembrar, y los que lo hicieron están seguros de que no van a cosechar nada.* Las viñas que prometían se perdieron totalmente con las últimas heladas; no podemos esperar que la uva madure.[112]

Este texto es de lo más claro, y el hambre que explícitamente pronostica será sufrida en efecto al año siguiente: ¡1692 fue en realidad el año terrible! Frío, lluvioso en extremo, con vendimias tardías y con nieve; en él se comprometen tanto la cosecha habitual (la de agosto de 1692), como, al fallar la siembra, la cosecha de 1693 y el pan de cada día de 1694: ¡es una verdadera bomba de efectos retardados! El año de 1693, que fue en general menos frío que 1692, sufrió sin embargo una primavera helada[113] y a veces una plaga de añublo,[114] y dará el tiro de gracia a los cereales ya estropeados durante la siembra del otoño de 1692. La cosecha de 1693 coincidió también con el inicio de una de las peores hambres del oeste de Europa desde la Edad Media. Esta hambre transformó momentáneamente a Francia en un "gran hospital desolado y sin provisiones".[115]

También en 1725 hubo condiciones meteorológicas similares: un verano excesivamente lluvioso, con vendimias sumamente tardías (véase el anexo 12B,b), frío, lluvia y malas cosechas de trigo, pusieron al norte de Francia al borde de la penuria, pero en esa ocasión —¡gran diferencia con respecto a 1693!— la catástrofe se pudo evitar en el último momento.[116]

112 Boislisle, I, p. 299.

113 Müller, 1953, *in fine*; Angot, 1883, en las crónicas de la calidad del vino.

114 Boislisle, I, p. 336; Desbordes, en el año 1693.

115 La expresión pertenece a Fénelon: en el norte de Europa, donde los granos son tan sensibles al frío excesivo, la década de 1690 ocasiona igualmente algunas catástrofes de primera magnitud: el hambre de 1696-1697 manda a la tumba a más de una cuarta parte de la población finlandesa (Jeannin, 1969, p. 94-97).

116 Acerca de esta escasez, ver Rudé, 1964, p. 48.

El siglo XVIII, sin embargo, nos ofrece claros ejemplos de estilo totalmente opuesto al de las catástrofes que acabamos de exponer: desde este punto de vista, uno de los períodos más interesantes para el historiador de las cosechas de vid y del clima se sitúa durante los 15 años anteriores a la Revolución Francesa.

Se impone una comparación entre la precocidad de las fechas de vendimia, las ya numerosas observaciones termométricas y el movimiento de las cosechas de vino, alrededor de 1780, puesto que, respecto a esa época, disponemos ya de muchos datos, tanto en Francia como en el extranjero: los meteorólogos ocupados de ella forman ya un cuerpo de observadores activo y serio; la fecha de las vendimias (correlacionada con las temperaturas) se conoce y el volumen de las sucesivas cosechas de vino se ha aclarado gracias a los excelentes trabajos de Ernest Labrousse. En la región septentrional y particularmente en Champaña, donde la vid está pegada a su límite norte de cultivo, el rendimiento del vino depende en parte del índice heliotérmico, es decir, de una aportación importante de calor y de sol durante los meses de la vegetación (marzo-septiembre).

Coloquémonos en el centro aproximado de nuestras series en esos años 1780-1781, que ven el fin del calor del período mayo-septiembre, así como el de la precocidad de las vendimias y del producto de la cosecha del vino.

La interpretación de las curvas es clara: en 1776, cuando el final de la primavera y el verano fueron más bien frescos, la cosecha del vino fue regular. Las viñas en Bordelais no pudieron ser fecundadas, como sucede siempre que hay un verano en exceso lluvioso.[117] En 1777 hubo helada en abril, verano fresco, vendimia tardía y pobre: "ni cosecha ni reserva" en Champaña y en la mayor parte de los viñedos franceses. Los precios del vino subieron por la escasez y llegaron al máximo en 1778, bajo la influencia de la escasa cosecha de 1777. Luego llegó la gran racha de calor:

[117] Labrousse, 1944, p. 273: estos datos relativos al período 1775-1785 se obtuvieron de un estudio basado en las series meteorológicas y las fechas de vendimia; este estudio fue realizado en común por H. Desaive y el autor.

a partir de 1778, y durante cuatro años, los veranos se avivaron y encaminaron a un apogeo caluroso (1780-1781). Reanimadas por ese rayo de sol, las vides produjeron más y mejor. El rendimiento en los viñedos del norte (Champaña) aumentó sin detenerse a partir de 1778, hasta un máximo vitícola exactamente contemporáneo del máximo de los veranos de 1780-1781.[118] Los viñedos renanos, en las orillas francesas y alemanas del río, revelan los veranos cálidos, las vendimias precoces y los vinos abundantes de los años 1779-1781. En Francia,[119] al igual que en Alemania,[120] la vendimia de 1781 fue notable por su extraordinaria precocidad. Pero, en conjunto, fueron los veranos de 1778, 1779, 1780 y 1781 los que fueron progresivamente cálidos y precoces: y si tomamos como ejemplo la cantidad de vino producido en Champaña,[121] vemos que, considerando el año 1779 como regular, 1780 fue abundante, 1781 excepcional y más que abundante, "pues rebasó el año común por más del doble".[122] Sólo a partir de 1782, cuando se registró un verano más fresco (sobre todo en las regiones de París, el norte y el este), la situación se invirtió y el encanto vitícola se rompió.

Es clarísimo en Champaña y Borgoña: como secuela del verano malo, el vino de 1782 fue "verde, débil, de poco color, absolutamente malo".[123] Y es que la uva con la que se elaboró ese vino tuvo muchas dificultades para madurar: el fruto primero fue afectado por las heladas y después se pudrió en la mata en vísperas de la vendimia.[124] Al año siguiente[125] (1783), que sin embargo no es muy frío, las viñas sucumbieron en plena floración bajo el frío y la niebla; de pronto, la región de Champaña dio una cosecha casi 20% inferior a la de un año normal. ¡Continúa! A par-

118 Curva en Labrousse, *ibid.*, p. 94.

119 Le Roy Ladurie, 1966, vol. II, anexo y curvas dedicadas a las fechas de vendimia.

120 Müller, 1953, p. 214.

121 Curva Labrousse, *ibid.*, p. 94.

122 *Ibid.*

123 *Ibid.*, p. 286.

124 *Ibid.*, p. 288.

125 *Ibid.*, p. 324.

tir de entonces, las cosechas de vino, sin el estímulo de una serie persistente de años cálidos y soleados, vuelven a caer en un nivel bajo: en 1784, las cantidades producidas en Champaña caen hasta 60% por debajo de lo normal.[126] Además, esos años de 1783 y 1784 se distinguen por la mala calidad de sus productos, como lo señalan expresamente los viñeros.

Después de la excepcional cosecha de 1785, los volúmenes vuelven a caer en Champaña, a partir de 1786, hasta niveles muy bajos. Sobre este punto, las apreciaciones empíricas de los viticultores coinciden con las cifras de las temperaturas en nuestras curvas: "A causa de los fríos tardíos y de las lluvias de verano de 1786, la uva de Champaña no pudo madurar y se está pudriendo en la mata. . ."[127] "Los viñedos son una escena de desolación." La producción de vino, también en Borgoña, disminuyó en el año de 1786.

1787, que fue otro año frío durante mayo-septiembre, resultó también mediocre:[128] "alcanzado por las heladas y las lluvias",[129] "el viñedo de Champaña no da más que 60% de la producción normal". Si 1786 fue todavía un año regular, aunque 50% inferior al anterior, 1787 fue muy pobre, con una producción ⅔ o ¾ inferior; y sobre todo de muy mala calidad. Con un retraso de más de un mes, la uva se pudrió sin llegar a madurar. La vendimia fue tardía. No había esperanzas de empezar antes del 25 de octubre. . ."[130] Específicamente, 1786 y 1787 fueron, pues, en Champaña, años de vinos tardíos, verdes y escasos, producto de una meteorología desfavorable. Diremos lo mismo de Borgoña, que también fue afectada en 1787 por las heladas, las lluvias frías y las vendimias tardías que siguieron al verano demasiado lluvioso; la cosecha de las vides borgoñesas en 1787 fue miserable en cantidad, comparada con la del año excepcional de 1785. Luego de un pequeño aumento en 1788, cuando el período mayo-septiembre fue favora-

126 Labrousse, p. 326.
127 Labrousse, p. 327.
128 *Id.*, p. 327.
129 *Id.*, p. 363.
130 Texto citado por Labrousse, p. 363.

ble, la catástrofe final ocurrió en 1789, cuando las series evidencian un invierno glacial (curvas termométricas) y un período mayo-septiembre de los más fríos (curvas termométricas y fenológicas). Por su parte, los viticultores no se equivocan:[131] "Como secuela de las heladas de invierno de 1788-1789, largas y terribles, agravadas por las heladas tardías de primavera y, durante el verano, las lluvias frías y prolongadas... la cosecha de vino de 1789, totalmente malograda, no cuenta en absoluto en Champaña". En Borgoña la situación no es mejor.[132]

Resumamos. A pesar de la complejidad de los factores en cuestión, está claro que la productividad vitícola, en los viñedos septentrionales, conoció de 1778 a 1781 condiciones cada vez más favorables tanto para la precocidad y para la cantidad como, en cierto modo, para la calidad: todo ello culminó en la cosecha de 1781, abundante, precoz y deliciosa, altamente favorecida por un cúmulo de sucesivas estaciones positivas, inviernos suaves, primaveras y sobre todo veranos cálidos. Esta serie de grandes cosechas (1778-1781) contribuyó a la caída de los precios del vino;[133] estos últimos, a partir de un nivel muy alto en 1777-1778, cayeron de manera continua por el efecto de los veranos cálidos y las grandes cosechas a partir de 1778, para llegar a un límite, muy bajo por cierto, después de la cosecha monstruosa de 1781.

Y posteriormente, a partir de 1782, el rumbo cambia: a pesar de algunas excepciones (1783 y 1788), los veranos o, con mayor exactitud, los períodos mayo-septiembre, se inclinan hacia el frío y el desperdicio vitícola. En lo que concierne a los datos invernales, que no tienen influencia sobre la curva fenológica, pero que se pueden obtener mediante el termómetro, se nota que tres inviernos sin precedente en el período anterior (el que va de 1776 a 1783), tienen lugar entre 1784 y 1789 (se trata de los inviernos de 1784, 1785 y 1789). Cada uno de esos episodios (fríos o fres-

131 *Cf. Labrousse*, p. 364, textos extraídos de los estados de subdelegación y de la administración.
132 Labrousse, *ibid.*
133 *Id.*, gráfica de la p. 269.

cos) por sí solo no es necesariamente desastroso, pero su sucesión entre 1782 y 1790 crea para la vid condiciones adversas, y probabilidades de catástrofes que impiden (con excepción de 1785) las buenas cosechas. De hecho, de 1782 a 1789, sólo encontramos una vendimia voluminosa: la de 1785; todas las demás, 1782, 1783, 1784, 1786, 1787, 1788 y 1789 son regulares, mediocres o malas en la región vitícola septentrional.[134] A la larga, esta deficiencia en la oferta termina por hacer subir los precios del vino: "quebrados" por las demasiado buenas cosechas de 1778-1781, se elevan poco a poco[135] en 1783 y 1784; después, momentáneamente abatidos por la gran cosecha de 1785, se orientan francamente hacia el alza a partir de 1786 y sobre todo de 1787. Comparativamente, el período 1778-1781 parecía distinguirse por la instalación progresiva de un estado de gracia vitícola:[136] las cosechas aumentaban y los precios bajaban. No cabe duda: esos cuatro años de 1778-1781, cada vez más cálidos, sin rigor invernal, sin veranos lluviosos, eran óptimos para la producción de vino, sobre todo en la mitad norte de Francia. Los buenos autores insisten, efectivamente,[137] en la idea de una *sucesión* de años cálidos, para estimular de manera duradera el desarrollo de la vid y llegar al óptimo vitícola. Ese óptimo culminó en 1779, 1780 y 1781, cuando los inviernos fueron suaves, las primaveras-veranos cálidos, las cosechas abundantes en cantidad (1779 y sobre todo 1780 y 1781) y excelentes en calidad (1779 y 1781). Tal paroxismo de la oferta hace caer los precios, en una dialéctica de la fortuna y la desgracia, de la abundancia y la baratura: eso es lo que contribuye al nacimiento, en el sector vitícola, de la famosa depresión estudiada por Ernest Labrousse.

Dicho esto, pensar en un monismo climático, allí o en cualquier otra parte, sería absurdo. También es cierto que la exaltación de la oferta de vinos, que hizo caer los precios, fue determinada *también* por una ola de excesivas planta-

[134] *Cf. Labrousse*, p. 325 y 365 con respecto a Champaña y Borgoña.

[135] *Cf.* gráfica de Labrousse, p. 269.

[136] Esta expresión es válida con respecto a la vid, satisfecha de las buenas cosechas; pero no para los viñeros, arruinados por la sobreproducción que resulta de ellas.

[137] Müller, 1953, p. 240.

ciones en la década de 1770.[138] Factores puramente humanos contribuyeron pues a la maduración de demasiada uva y crear así una sobreproducción deprimente. Pero, limitándonos a nuestro tema, quisimos estudiar únicamente la parte "clima y cosechas" del fenómeno; de cualquier manera, para conocer el efecto de las plantaciones excesivas de la década de 1770 en la fase de sobreproducción de los años 1780, debería medirse antes la extensión de esas plantaciones. Esa medición no se ha efectuado y no podemos más que mencionar de paso ese aspecto del problema.

Los años cálidos y precoces, alrededor de 1780, en lo que concierne a la vid, hicieron todo lo que pudieron para acentuar "el interciclo" de baja de los precios. ¿Sucedió lo mismo con el trigo? Ya señalamos, en este sentido, que la ola de veranos fríos y en exceso lluviosos que culminaron alrededor de 1770, y la ola de veranos cálidos que le sucedió alrededor de 1780, coincidieron, la primera con una fase de malas cosechas de cereales, y la segunda, por el contrario, con un período de cosechas abundantes alrededor de 1780. Por lo menos, eso es lo que indican los diagramas confrontados de las fechas de vendimia del norte y los precios del trigo parisino. Las series termométricas de la región parisina y los datos sobre las cosechas de Beauce recopilados por M. Morineau[139] confirman esta relación: después de los veranos brumosos y húmedos del período 1766-1776, que pudrieron y acabaron con las cosechas, las bellas estaciones, luminosas y cálidas, que florecieron alrededor de 1780, se tradujeron en magníficas cosechas de trigo. Culminaron, como en el caso del vino, durante los dos espléndidos años de 1780 y 1781. El Sol en Beauce y Champaña hizo tender, durante algunos años, las producciones vegetales (trigo y vino) hacia el alza e, inversamente, los precios hacia la baja (misma constancia en Cambrai en la curva de diezmo-grano). En suma, la ausencia, durante varios años, de inviernos graves y de heladas trágicas y la sucesión de una serie de

[138] Godechot, 1965, p. 117.
[139] Morineau, 1968, Figura 7.

veranos resplandecientes son los factores que, durante algunas cosechas sucesivas, producen la exaltación de la demanda y, en consecuencia lógica, el hundimiento concomitante de los ciclos agrícolas, el "balde" de los precios. El interciclo de baja toca entonces el fondo del abismo.

Notemos de paso que esos años 1778-1781 o 1778-1782 son los de la guerra en América. Tal vez el financiamiento de la guerra hubiera podido aumentar los precios con la constitución de reservas de intendencia, por la presión inflacionaria ejercida por los impuestos, como sucedió durante las guerras anteriores. Pero no fue así: tal bonanza tiene, claro, múltiples razones. Pero es seguro que la presión de la oferta agrícola también contribuyó a mantener bajos los precios. Una vez no es costumbre: Luis XVI tuvo suerte, ya que para sus guerras en América tuvo buenas cosechas y a bajo precio. Lo suficiente para alimentar sin grandes gastos a sus marinos, sus reclutas y sus vasallos.

Sin embargo, las primaveras-veranos cálidos y secos evidenciados por nuestras series de vendimias precoces no siempre tuvieron una influencia unívoca. Son, en general, favorables a los granos, en el norte de Francia y en el noroeste de Europa: allí, efectivamente, el factor sequía-calor resulta un parámetro marginal, cuya ausencia o presencia influyen en el déficit o el excedente de trigo. Sin embargo, calor y sequía también pueden ejercer, aun en las zonas septentrionales de la cuenca parisina, en ciertos casos, una influencia desastrosa. Una racha de calor árido, si sobreviniera precisamente en el momento breve y crítico del desarrollo de la planta (en el mismo instante en que el grano es lechoso o pastoso, sin estar duro), puede cocer la espiga y matar, en pocos días, la esperanza de cosecha: es el "estallamiento". Un fenómeno de este tipo, expresamente señalado, se produjo en 1788: año de gran verano, de vendimia precoz, de malas cosechas, cuyos déficit debidos al "estallamiento" prepararon la crisis de subsistencia, el gran miedo y el descontento de los vientres vacíos en vísperas de la "soldadura" de 1789. Ese año de 1788 es, pues, decisivo por sus efectos

a corto plazo; está muy bien descrito en el diario de un campesino viñero de la región de Meaux:[140]

El año de 1788 no tuvo invierno la primavera no fue favorable al bien de la tierra hizo frío en primavera la cebada no era resistente el trigo resistía *pero el gran calor hizo reventar los granos del trigo de manera que la cosecha de grano fue pequeña* no rendía en gavillas ni en harina y fue descartado por supuesto la vendimia fue bastante buena y el vino muy bueno se cosechó al final de septiembre[141] el vino valía 25 L después de la vendimia y el trigo valía 24 L después de agosto el 13 de julio llegó una nube de granizo que empezó más allá de París y atravesó toda Francia hasta Picardía hizo mucho daño los granizos pesaban 4 kilogramos destrozó los granos y los árboles por donde pasó atravesó 8 km de ancho por 200 de largo se encontraron caballos muertos...

Tomemos de nuevo este texto, episodio por episodio, comentándolo y justificándolo por medio de las mejores series meteorológicas de la cuenca parisina, las de Montdidier y de París; y también por medio de la serie de fechas de vendimia.

"No tuvo invierno": efectivamente, en Montdidier, diciembre de 1787, enero y febrero de 1788 son muy suaves, excediendo de 1° a 3° la normal (sabemos además que un invierno benigno favorece a la mala hierba y a los insectos depredadores y puede, algunas veces, ser el primer paso de una mala cosecha para el verano siguiente).

"Hizo frío en primavera": seguramente se refiere al pequeño episodio frío de marzo de 1788: las temperaturas, en ese mes, apenas exceden a la normal: solamente por una décima. De ahí la impresión de "frío" que sintió el campesino de Vareddes.

"El gran calor hizo reventar los granos de trigo de manera que la cosecha de grano fue pequeña no rendía en gavillas ni en harina y fue descartado": aquí se intercala el

140 Desbordes, 1969.

141 Esta fecha es precoz con respecto al viñedo parisino donde la vendimia, cuando es tardía o simplemente normal, tiene lugar en octubre generalmente.

proceso que hace estallar los granos, el cual debió ocurrir en mayo, junio o (quizá) justo a principios de julio. La cosecha[142] fue efectivamente anterior al 13 de julio, según ese mismo texto. De hecho, si comparamos el documento de Vareddes con la serie de Montdidier, constatamos que esos tres meses fueron cálidos o muy cálidos, pues se exceden 2.2° (mayo) y 1.5° (junio y julio) con respecto a la normal: nada se opone entonces a que un episodio particularmente tórrido, que viene a sumarse a ese calor constante, haya asado los trigos, como lo afirma el diario del campesino de Vareddes. Esos calores veraniegos también son el origen de las vendimias precoces tan claras en 1788.

Para concluir, llega el granizo del 13 de julio de 1788, que remata el desastre de los granos. Ese granizo es bien conocido: incluso polarizó la atención de los historiadores, preocupados por explicar la mala cosecha de 1788, cuyas consecuencias históricas (hambre, carestía y motines de subsistencia) serían capitales en 1789. Pero esta polarización de los investigadores es quizá excesiva, pues el granizo de 1788 no podría rendir cuentas por sí solo de la amplitud del déficit cerealero de ese año. Por más intenso que sea, el granizo no puede afectar más que a un porcentaje minoritario de pueblos en un determinado país. Pero ese gigante del 13 de julio que habría arrojado, al parecer, 400 000 toneladas de granizo (?), sólo alcanzaría y destrozaría "8 km de ancho por 200 de largo" o, también, según otra fuente, 1 039 pueblos y terruños de entre las decenas de miles con que cuenta el norte de Francia y el Loira. No podemos, pues, explicar la mala cosecha de 1788 y la penuria consecutiva de la primavera de 1789, única ni aun esencialmente por el granizo. La causa fundamental de la escasez de granos es el episodio que, anterior al granizo, endureció y reventó en *todas partes* los granos de la cosecha de 1788, en los últimos meses que preludiaban la madurez, tan precoz, de los trigos y las uvas.[143]

142 Desbordes, *ibid.*

143 En 1846, igualmente, la cosecha de trigo en el norte de Francia fue víctima de una racha de granos reventados de calor, durante un verano cálido y tempestuoso (Lahr, 1950, p. 326). La escasez de grano que surge,

Una vez asentado esto, la fuerza del granizo del 13 de julio constituye la continuación lógica del proceso implacable que había conducido, en los meses anteriores, hasta el estallamiento y la destrucción de los granos. Efectivamente, en el clima parisino, los granizos más violentos aparecen cuando permanece en occidente el peso bloqueado de un anticiclón del Sahara, que llega por España, muy caliente y muy cargado. Ésa fue probablemente la situación de 1788, como lo fue también en 1947, o a principios de mayo de 1969. En ese momento, en esa situación de calor agobiante, comprobada gracias a las series termométricas, basta con la llegada de una simple corriente de aire húmedo y fresco proveniente del Atlántico, para crear, al contacto con el aire del Sahara tan caliente, fenómenos de frente frío y de ascendencia viva: esos mecanismos fabrican entonces los granizos enormes que, al caer, hacen trizas las cosechas, rompen los vidrios y matan a los caballos. La cosecha de 1788 fue entonces doblemente víctima de una afluencia de aire tórrido originario del Sahara: fue cocida por esa masa de aire caliente y, luego, lo que quedaba fue parcialmente cortado por los enormes granizos que se formaron en el seno de las masas de aire caliente, perturbadas por una irrupción de aire marítimo. Al cabo de ese desastre, de causa única y de complejo desarrollo, llegará desde luego, conservada como reserva para el año siguiente (1789), la carestía del grano que va a sacudir y enloquecer a los mercuriales,[144] el acaparamiento de harina por los amantes de la especulación, las andanzas de los mendigos y los vagabundos o ladrones que merodeaban en busca de los medios de subsistencia cada vez más escasos. El cálido año de 1788, tan notable por su invierno demasiado benigno,[145] por sus cosechas de granos reventados por el calor, y luego granizadas, por sus vendimias precoces, contribuyó también, a

combinada con la enfermedad de la papa, es una de las múltiples causas del malestar que culminará en los disturbios de 1848.

144 Dupaquer, 1968.

145 Para una visión más completa acerca de las causas meteorológicas de la mala cosecha de 1788, véanse los textos y referencias citados en el anexo 12 *bis*. Acerca de la crisis de subsistencia de 1789, véase también Rose, 1959.

su manera, a la madurez de las "viñas de ira" y los tiempos del gran miedo, para el año crítico que sería 1789.

Después de este rápido vistazo a los problemas surgidos de la interpretación climática de las fechas de vendimia, debemos notar también que la vid tiene muchas otras maneras de "producir" datos sobre la historia del clima. No es solamente la *fecha de la vendimia*, sino también la *calidad* del vino, lo que nos informa acerca del exceso o la falta de calor recibido por el racimo de uva. Pero mientras la fecha de vendimia es influida por el conjunto de las condiciones térmicas que prevalecieron de marzo a septiembre, en promedio frías o calientes según el año, la calidad del vino resiente esencialmente el menor o mayor calor *sólo de los meses de verano*,[146] es decir, de los cuatro meses que corren de *junio a septiembre*. Si esos meses son cálidos (y de preferencia más bien secos), el vino tiene muchas posibilidades de ser bueno, y viceversa. Por lo menos, esos son los resultados de la experiencia común de los viticultores, y también de un estudio de Angot que abarca todo el período 1811-1879, y que instituye la comparación entre datos térmicos y apreciaciones sobre el vino.[147] Esta correlación confiere un gran interés a la "Crónica vitícola" que estableció K. Müller[148] con respecto a los viñedos alemanes, del año mil a 1950. En relación con cada año que se conoce (sobre el cual existen documentos), Müller precisa la calidad del vino, tal y como la juzgaban los contemporáneos: así, en 1718, en las regiones de Bodensee, del Alto Rhin, de Kaiserstuhl, de Ortenau y del valle del Neckar, los vinos, según el lugar y las afirmaciones de los conocedores y de la opinión pública, fueron "abundantes y buenos", "abundantes y muy buenos", "deliciosos", "abundantes y sabrosos", "ex-

[146] Verano cálido significa buen vino, pero también buena cosecha de miel: véanse, a propósito de esto, las impresionantes correlaciones propuestas por Davis, 1968, pp. 312-313 y fig. 2.

[147] Angot, 1883, p. B 117; y, para un estudio más a fondo, K. Müller, 1953, pp. 234 y 240.

[148] Müller, pp. 183-233; *cf.* también Lahr, 1950, *in fine* (crónica de la calidad del vino de Luxemburgo: ver anexo 12, C).

celentes" o "*extra gut*", mientras que, en el mismo momento, los viticultores se congratulaban del excepcional calor del verano y del otoño de 1718.[149] Inversamente, en 1675, en esos mismos viñedos del oeste alemán, el verano fue fresco y húmedo; se vendimiaba en la nieve y la uva, sin haber madurado bien, atacada en pleno verano por la helada, dio un vino ácido y parecido al vinagre. Esas indicaciones germánicas, relativas a 1718 y 1675, son absolutamente regionales, ya que por otras indicaciones sabemos (y sobre todo por las fechas de vendimia en Francia) que el verano de 1718 fue efectivamente caliente y el de 1675 glacial y demasiado húmedo.[150] La serie Müller tiene el gran mérito de aportar datos del mismo tipo, en *cada año sin excepción*, de 1453 a 1950; y, para ello, Müller se apoya anualmente en testimonios de varias regiones y de varias crónicas, por lo menos a partir del siglo XVI.

Me limitaré, en lo que se refiere a esta serie ampliamente explotada por el climatólogo von Rudloff,[151] a un solo ejemplo, bastante importante. Este ejemplo concierne a la meteorología del siglo XVI en el amplio sentido: 1453-1622. El período en cuestión es apasionante, ya que en su fase terminal (1590-1610) se distingue (como ya hemos visto) por un impresionante movimiento glacial. Esto corresponde, muy probablemente, a una falta de ablación de los hielos y, por lo tanto, a un largo período de veranos frescos;[152] normalmente, esos veranos fríos deberían coincidir, por otra parte, con años de cosechas de vinos execrables en los viñedos germanos, situados precisamente en el norte de los Alpes. Los hechos confirman perfectamente esa expectativa teórica. Consultemos la gráfica anual y los índices decenales que establecí basándome en los datos de Müller: de 1453 a 1552, las series de vinos delectables o de vinos agrios se alternan por años o grupos de años sucesivos y contrastados, malos o buenos. Los años de malos vinos, verdes y descompuestos, indicativos de veranos fríos y en exceso

149 Müller, 1953, p. 207.
150 *Cf. supra*, pp. 76-77.
151 1967.
152 Hoinkes, 1968, final del artículo.

lluviosos, francamente no predominan durante ese siglo agradable, más que en las dos décadas negras (1453-1462 y 1483-1492: esta segunda década, enmarcada por los años 1483-1492, que son todos notables por la execrabilidad de sus vendimias, exceptuando 1486). Pero esas décadas desfavorecidas son la excepción. En general, durante ese siglo 1453-1552, el sol de verano brilló normalmente; y los viñeros alemanes no tuvieron por qué quejarse de la calidad de la bebida que conservaban sus barricas.

Pero a partir de la década 1553-1562 y más precisamente a partir de 1554 y sobre todo 1555, la tendencia cambia. Los cielos de verano germánicos se cubren de nubes más frecuentes y se envuelven en una frescura deplorable para las delicadas viñas que tapizan las laderas de la Selva Negra. Claro que se encuentran años buenos aislados (1567, 1572, 1575, 1576. . .), pero ya no las deslumbrantes series (1493-1500, 1534-1541) que fueron los éxitos vitícolas del siglo que terminó en 1554. Los índices decenales representativos de lo "malo" de los vinos alemanes se disparan sin piedad ni remordimientos durante las cinco décadas frescas que van de 1553-1562 o 1593-1602 (las fechas de vendimia en Francia, recordémoslo, presentan una cronología análoga). No es sino hasta 1603 cuando se encontrarán en Alemania décadas luminosas y cálidas que criarán buenos vinos, como por ejemplo entre 1603 y 1622. Es inútil subrayar hasta qué punto esta precocidad se armoniza con la cronología glacial de los Alpes vecinos. Los glaciares suizos, tiroleses y saboyanos se hincharon lentamente durante las cuatro décadas frescas que van de 1554 a 1592. Y, más tarde, avanzaron aún más rápido y aplastaron bajo su peso los caseríos subyacentes, luego de la década *ultra fría* que va de 1593 a 1602: el índice decenal[153] de mala calidad del vino sube efectivamente, en ese final de siglo, a +26 y supera todos los registros del período 1463-1622.

El indicador vitícola y el indicador glacial están, pues, en total concordancia. ¡Reconfortante corroboración! Nos

[153] Acerca de este índice y de cómo se calculó, véase el anexo 12, C), cuadro IV.

lleva a formular el deseo de que jóvenes investigadores, húngaros o suizos, nos den, con respecto a los viñedos de sus respectivos países, crónicas anuales de la calidad del vino, tan válidas como las que nos dio Müller sobre la viticultura germánica. Historiadores de la meteorología, rindamos, para concluir, un último homenaje al dios de la vid: ya se trate de la calidad del vino, ya de la fecha de vendimia, Baco es decididamente un proveedor inagotable de informaciones climáticas. . .

III. UN MODELO: EL CALENTAMIENTO RECIENTE

SECULAR: he aquí la gran palabra y el meollo de nuestro problema. ¿Cuál es precisamente el *objeto*, el *contenido* de una historia climática *secular*? ¿Con qué *modelo* ya descrito científicamente pueden relacionarse las largas fluctuaciones que trata de poner en evidencia? ¿En qué instante puede legítimamente inscribirse y desplegar sus investigaciones?

Quizá sea conveniente precisar antes un vocabulario. Los meteorólogos modernos distinguen, de entre los objetos que estudian,[1] tres tipos de fluctuaciones temporales: primero las oscilaciones *geológicas*, que afectan temperaturas o (y) precipitaciones en miles o millones de años; en segundo lugar, las oscilaciones *climáticas* y las oscilaciones *seculares*, que afectan uno o varios siglos, o una porción considerable de un siglo (varias décadas).

Ese vocabulario, muy útil, podría completarse con algunos términos tomados del lenguaje de los historiadores economistas: éstos, refiriéndose a los precios, los ingresos o los salarios —no importa— mencionan fluctuaciones u oscilaciones *intradecenales* (menos de una década), *decenales*, *interdecenales* (más de una década) y *multidecenales*; de igual manera, en escalas cronológicas superiores, hablarían de oscilaciones intraseculares, seculares, interseculares, multiseculares, intramilenarias, milenarias, intermilenarias, multimilenarias. . . En otras circunstancias, nuestros economistas están de acuerdo en hablar de fluctuaciones de corta duración (algunos años), de duración media (una o dos décadas), de larga duración (un siglo o, por lo menos, varias décadas). A propósito de este tercer registro cronológico (la larga duración secular), emplean con gusto los términos "tendencia secular". Todas estas expresiones, que ya se emplean habitualmente en historia, pueden pasar en forma

[1] Craig y Willett, 1951; Pédelaborde, 1957, p. 403.

directa al vocabulario de la evolución climática, donde la cronología tiene tanta importancia, y no dudaré en emplearlas.

Volvamos ahora, después de estas consideraciones "taxonómicas",[2] a nuestras cuestiones propiamente *seculares*, a nuestros problemas presupuestos de *objetos, contenidos* y *modelos.*

Objetos, contenidos y modelos seculares se tomarán, en un primer tiempo, de las disciplinas rigurosas que son fronterizas de nuestra investigación. Efectivamente, desde hace aproximadamente treinta años, gran número de científicos —sobre todo meteorólogos, pero también glaciólogos, etc.— han diagnosticado, reconocido, delimitado y explorado la más reciente fluctuación climática: la tendencia secular, europea y mundial, hacia el calentamiento. Fluctuación amplia, ahora bien conocida con precisión: constituye el último episodio, la conclusión provisional de los desarrollos climáticos de los dos últimos milenios; es por sí sola un hecho histórico de primera magnitud; forma parte plenamente del largo plazo, de la tendencia secular e incluso, como lo veremos, multisecular; con esto, propone a nuestra investigación cierto tipo de intervalo cronológico, el siglo (en algunos casos el *intersiglo* y el *multisiglo*), alrededor del cual se organizará la encuesta dirigida en este libro; más simplemente, ofrece un modelo posible —homólogo o simétricamente inverso— de las fluctuaciones, anteriores y mucho menos conocidas, que pudieron ocurrir en la Edad Media y en la época moderna.

Por esas razones, conviene estudiarla de manera bastante amplia en este libro y evocar las conclusiones que implica para todo historiador del clima.

La fluctuación climática reciente (siglos XIX y XX) ha sido objeto de múltiples estudios monográficos: tal autor, tal meteorólogo, detallando a conciencia las listas de una o varias estaciones locales, se da cuenta de que desde hace un siglo los inviernos se han suavizado, que las otras estaciones,

2 *Taxonomía*: ciencia de la clasificación.

que los veranos, que los años en su conjunto se han ido calentando, ganando algunas décimas, a veces 1 °C o más.[3]

Pero ya se ha superado esa fase monográfica. No hay ciencia sin síntesis. Desde 1940, Arthur Wagner emprendió un estudio de conjunto, reuniendo todas las series conocidas y publicadas en el mundo, que permitía la cartografía del calentamiento. Desde esa fecha, han aparecido nuevas monografías (que tienen que ver con el trabajo ingrato y necesario de la erudición local) y se han desarrollado las grandes síntesis sinópticas (homólogas de amplias encuestas de historia general). Entre esas síntesis, podemos citar, en una lista incompleta, las de Ahlmann, Willett, Pédelaborde, Lysgaard, Mitchell, Véryard y Lliboutry.[4]

Trataré brevemente, dentro del marco limitado de esta obra, de dar el último estado de las síntesis, sin dejar de señalar, de paso, las monografías más notables.

Fue en Holanda en donde aparecieron, por vez primera, series meteorológicas muy antiguas: Labrijn diagnosticó, a partir de ellas, un calentamiento invernal más o menos continuo desde 1790, un calentamiento estival menos marcado y más irregular; y, para terminar, una disminución del intervalo térmico entre invierno y verano que significaría una tendencia menos continental.[5]

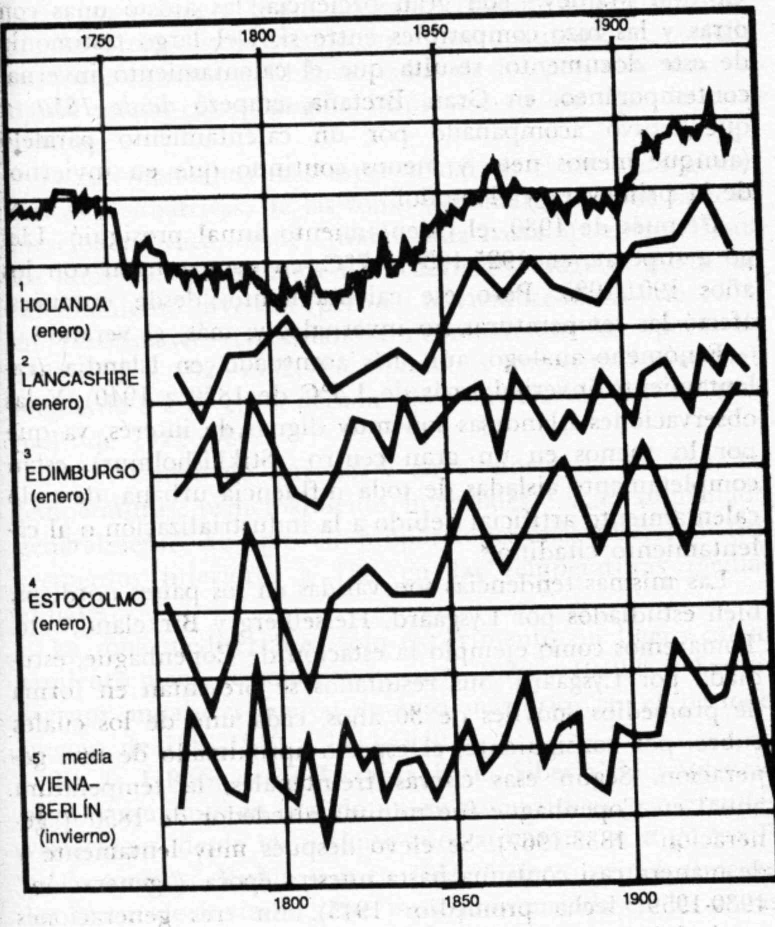
Las observaciones inglesas, desde finales del siglo XIX, son particularmente dignas de fe, ya que fueron hechas bajo un tipo único e invariable de cubierta termométrica (caseta Stevenson). Indican, en 29 estaciones, 10 de ellas escocesas, un alza en las temperaturas de invierno que se extiende de 1885 a 1940; esta elevación, si se calculan los promedios, repercute en las temperaturas anuales.

Esas temperaturas inglesas se han prolongado hacia el pasado gracias a la serie Manley de las temperaturas británicas, que empieza hacia 1690 para terminar en la época actual: esta serie, verdadero monumento de la investigación

[3] Por ejemplo, Labrijn, 1945; Lysgaard, 1949 y 1963; Liljequist, 1943; Hesselberg y Birkeland, 1940-1943; Manley, 1946 y 1953; Eythorsson, 1949; Glasspoole, 1942; referencias complementarias en Ahlmann, 1949.

[4] Wagner, 1940; Ahlmann, 1949; Willett, 1950; Lysgaard, 1949; Pédelaborde, 1957; Mitchell, 1963: Véryard, 1963; Lliboutry, 1966.

[5] Labrijn, 1945.



GRÁFICA VI. El calentamiento invernal. *Cada división vertical equivale a 1°C.*

Medias móviles de 10, 20 o 30 años fueron utilizadas por los autores ya citados, para poner en evidencia el movimiento de larga duración. La diversidad de las medias móviles utilizadas explica la variedad en el aspecto de estas curvas, que sin embargo concuerdan en su tendencia secular.

FUENTES: gráficas de Ahlmann, 1949 y de Willett, 1950.

histórica, fue hecha con la ayuda de observaciones antiguas; Gordon Manley,[6] con gran paciencia, las ajustó unas con otras y las hizo compatibles entre sí. Del largo testimonio de este documento, resulta que el calentamiento invernal contemporáneo, en Gran Bretaña, empezó *desde 1850*: y que estuvo acompañado por un calentamiento paralelo (aunque menos neto y menos continuo que en invierno) de la primavera y el otoño.

Después de 1930, el calentamiento anual prosiguió. Llegó a superar, en 1925-1954, 17°C, en comparación con los años 1901-1925. Pero ese calentamiento, desde entonces, afectó las temperaturas no invernales y, más, el verano.[7]

Fenómeno análogo, aún más acentuado, en Islandia (calentamiento invernal: más de 1.5°C de 1870 a 1940). Y las observaciones islandesas son muy dignas de interés, ya que por lo menos en un gran centro (Stikkisholmur), están completamente aisladas de toda influencia urbana, de todo calentamiento artificial debido a la industrialización o al calentamiento citadino.[8]

Las mismas tendencias son válidas en los países nórdicos, bien estudiados por Lysgaard, Hesselberg y Birkeland,[9] etc. Tomaremos como ejemplo la estación de Copenhague, estudiada por Lysgaard. Sus resultados se presentan en forma de promedios móviles de 30 años, cada uno de los cuales cubre, por consiguiente, el espacio aproximado de una generación. Según esas curvas treintenales, la temperatura anual en Copenhague fue mínima alrededor de 1850 ("generación" 1838-1967). Se elevó después muy lentamente y de manera casi continua hasta nuestra época ("generación" 1930-1959; fecha promedio: 1945). En tres generaciones ganó 1.4°C, pasando de 7.1°C a 8.5°C. Los inviernos daneses se suavizaron considerablemente en el mismo período. Aún "hoy" (período 1930-1959), a pesar de un ligero enfriamiento desde hace treinta años, son mucho menos fríos que a principios del siglo XIX.

[6] Manley, 1946 y 1953; Lamb, 1966, p. 175.

[7] Glasspoole, 1942 y 1955.

[8] Eythorsson, 1949.

[9] Hesselberg y Birkeland, 1940-1943; Lysgaard, 1949 y 1963, sobre todo p. 153.

Lysgaard completó su trabajo con una estadística de los inviernos suaves y de los inviernos crudos, unos aumentando, los otros disminuyendo en número durante el período secular en cuestión. El historiador de los períodos más antiguos puede cómodamente inspirarse en ese tipo de estadísticas.

El calentamiento más espectacular es el de las regiones árticas o subárticas, de las zonas ultramarginales de la colonización nórdica, desde Groenlandia hasta Spitzberg. Desde los años 30, los trabajos de Scherhag[10] diagnosticaban un calentamiento invernal (período noviembre-marzo) de +5°C en Jakobshavn (Groenlandia), comparando las épocas de 1883-1892 y 1923-1932. En Spitzberg, aumentó fenomenalmente de 8 a 9° en la década 1930, en relación con la "normal" de 1912-1926.[11]

En el centro de Europa, y en el norte de Francia, las temperaturas, principalmente invernales,[12] han aumentado generalmente, aunque en proporciones más modestas (incrementos inferiores a 1°C en las temperaturas medias anuales)...

La zona mediterránea sólo experimentó un ligero calentamiento marcado sobre todo entre 1920 y 1940.[13] Y los inviernos andaluces fueron incluso más fríos en el período que va de 1881-1910 a 1911-1940.[14]

En la URSS, desde Ucrania hasta Siberia, la tendencia al calentamiento en el siglo xx, se apreciaba ya, con grandes variaciones, desde los últimos años anteriores a la guerra;[15] así lo comentó Rubinstein en 1956;[16] afectó principalmente los meses de invierno. Fue muy pronunciada en las zonas

10 Scherhag, 1939; Lange, 1959.

11 *Id.*

12 Lysgaard, 1963, p. 154; Véryard, 1963; Pédelaborde, 1957.

13 Rosenan, 1963, p. 68.

14 Lysgaard, 1963, p. 155.

15 Según Wagner, 1940.

16 Según Véryard, 1963, p. 20. En la Rusia europea, el calentamiento reciente también se vio mediante el método fenológico (precocidad cada vez mayor del crecimiento de algunas plantas, agrícolas y otras, entre 1906 y 1940). Acerca de esto, véanse Dolgoshov y Savina, 1969; también Borisov, 1967 (acerca del calentamiento en Leningrado en el siglo xx).

septentrionales, mar de Barents, costa del Océano Glacial Ártico, estuario del Ob y del Ienissei.

También fuera de Europa, el calentamiento fue irregular, pero indudable y siempre polarizado sobre la estación invernal. Se ha estudiado particularmente en Estados Unidos, donde las observaciones de New Haven, de Filadelfia y de Saint Paul, Saint Louis y Washington, iniciadas respectivamente en 1820, 1825 y 1855, permitieron la elaboración de curvas de aspecto secular.[17] Entre la década más fría (la que termina en 1875-1876) y la década más cálida, la diferencia térmica llega a 2°C en los Estados Unidos. También en este caso sería difícil explicar esa evolución por el efecto de la "calefacción citadina", pues en la zona de Blue Hills, aislada de las zonas urbanas, la diferencia ha llegado a más de 3°C desde 1885.[18]

En Canadá, la tendencia al calentamiento existe también, pero presenta un carácter menos universal y más complejo.[19]

En el norte de África, y en lo que podemos llamar para simplificar Medio Oriente, desde Atenas hasta El Cairo y desde Nicosia hasta Jerusalén, las series termométricas no son ni muy antiguas ni muy seguras: aun así, indican una tendencia ascendente de las temperaturas anuales (entre +0.5° y +1°C) de 1890-1900 hasta la década 1940, y de nuevo en los años 1950.[20] La misma tendencia se repite en la India, según la serie sólidamente establecida del observatorio de Colaba, cerca de Bombay, desde 1860.[21] Igual ocurre en Indonesia, si se da crédito a las diversas series de listas efectuadas desde 1866 en los observatorios urbanos, rurales o en lugares de altitud elevada.[22]

17 Kincer, 1933 y 1946, según Véryard, 1963.

18 Brooks (C.) 1954; Conover, 1951, según Véryard, 1963, p. 21. Acerca del calentamiento urbano, como factor adicional del levantamiento de las curvas térmicas, *cf.* Lamb, 1965, pp. 198-199. Acerca del calentamiento del este de los Estados Unidos en los años 1931-1960, en relación con la década de 1830, *cf.* también Wahl, 1968: importante cartografía y métodos interesantes para la utilización selectiva y masiva de los datos antiguos de *una* década (los años 1830, particularmente abundantes en documentos).

19 Currie, 1956; Véryard, 1963, p. 21.

20 Rosenan, 1963, pp. 67 y 73; Dubief, 1959 y 1963 p. 78.

21 Ramdas y Rajagopalan, 1963, p. 87.

22 Según Véryard, 1963, p. 22.

Sin embargo, en general, la fluctuación climática reciente es poco perceptible en amplias regiones del hemisferio sur. En la antártida, de formidable inercia glacial, las observaciones son escasas y contradictorias y, allí, no es seguro que haya habido, en el último medio siglo, suavizamiento térmico de conjunto.[23]

La fluctuación reciente parece afectar principalmente a los países vecinos del Atlántico del Norte (entre otros); esas fachadas europea y americana serían también zonas privilegiadas de movilidad climática (lo cual es interesante para un historiador). Sin embargo, y a pesar de ser zona de elección, la fluctuación no es local ni regional ni aun estrictamente atlántica en el más amplio sentido de la palabra. Se inscribe más allá de esos límites, en un contexto mundial.

Lysgaard (después de Wagner) trató de cartografiar ese contexto universal al final de un estudio clásico.[24] Callendar, Willett y después Mitchell intentaron un acercamiento distinto; calcularon las medias mundiales del calentamiento. Sus resultados concuerdan notablemente (véase el cuadro siguiente).

Cambio de las temperaturas medias anuales (°C) de 1890-1920 a 1920-1950[25]

Zonas	*Según Callendar* Latitudes entre:	*Según Callendar* Desviación en °C	*Según Willett y Mitchell* Latitudes entre:	*Según Willett y Mitchell* Desviación en °C
Mundo	60° N-50° S	+ 0.23	60° N-50° S	+ 0.21
			60°-30° N	+ 0.36
Zona templada norte	60°-25° N	+ 0.39	60°-20° N	+ 0.32
			30° N-30° S	+ 0.20
Zona intertropical	25° N-25° S	+ 0.17	20° N-20° S	+ 0.22
			20°-50° S	+ 0.06
Zona templada sur	25°-50° S	+ 0.14	30°-50° S	+ 0.04

23 Wexler, según Véryard, 1963, p. 22. Muy recientemente, Lamb demostró que la secuencia habitual y mundial del siglo XX climático (calentamiento hasta 1940-1950; después enfriamiento relativo) no es aplicable en el caso particular —¡pero gigantesco!— del continente antártico (Lamb, 1967, pp. 428-453).

24 Wagner, 1940; mapa en Lysgaard, 1949, reproducido en Lysgaard, 1963, p. 155.

25 Los datos de Callendar van de 1891-1920 a 1921-1950. Los de Willett

Más allá de este cuadro, el trabajo de Willett, prolongado y desarrollado por Mitchell, contiene a la vez curvas globales y otras detalladas por latitudes y mapas. Debemos resumir los datos de ese ensayo capital.

Las curvas de Willett-Mitchell están establecidas por "pentadas" (períodos de cinco años) de 1840 a 1960. Conciernen a más de cien centros de estudio repartidos en los diversos continentes. No fue sino hasta 1880, y sobre todo después de 1900, que se contó con un número suficiente de centros para que la curva adquiriese una representatividad mundial. Para evitar los inconvenientes estadísticos resultantes de la irregular repartición de los centros, se realizó una ponderación. Las curvas térmicas finales se refieren al invierno, son anuales, abarcan las zonas templadas de los dos hemisferios, los trópicos y el mundo entero.[26]

Las curvas y los mapas de Mitchell nos llevan a las siguientes conclusiones: sí hay un calentamiento mundial, sobre todo invernal, que afecta principalmente al Ártico y, en segundo lugar, a las zonas frías y templadas del hemisferio norte, incluidos los Estados Unidos, Europa y Siberia; en tercer lugar, los trópicos y, para terminar, de manera mucho menos perceptible, las zonas templadas del hemisferio sur. Sólo escapan de ese calentamiento anual, entre 1900 y 1940, el noreste de Canadá, gran parte de Sudamérica, una extensa zona del cuarto sudoeste de África, y ciertas regiones de Asia central y de Pakistán, del océano Índico, del sudeste asiático y de Australia.[27] Es importante, para un historiador —a veces obligado a trabajar basado en documentos de Europa— saber que, en la fluctuación reciente por lo menos, el modelo europeo coincide con el modelo mundial; más exactamente, que la fluctuación europea es representativa del tipo mayoritario de fluctuación concomitante mundial. A través de la historia local de su Europa climática, el investigador tiene una razonable oportunidad para penetrar en realidades relativamente universales.

y Mitchell de 1890-1919 a 1920-1950. El cuadro se tomó de Mitchell, 1963, p. 163; *cf.* también Callendar, 1961 (según Véryard, 1963 y Willett, 1950).

[26] Estas curvas son de Mitchell, 1963, pp. 161-162. *Cf.* también figura IX.

[27] Cartografía Mitchell, p. 168.

La otra conclusión de Mitchell, capital, es que el calentamiento se estanca desde 1940 y que incluso un período mundial de enfriamiento (*cooling*)[28] se ha instaurado en los dos hemisferios y en diversas latitudes. Ese enfriamiento, claramente sensible en el Ártico, lo es menos en Europa occidental:[29] no aparece incluso en las curvas térmicas *anuales* de Lysgaard (Copenhague), prolongadas hasta el período 1931-1960, y verdaderamente aligeradas por el empleo de una media móvil de treinta años.[30]

Aun en los lugares en donde se manifiesta, el enfriamiento es relativo: no llegó a las temperaturas de mediados y finales del siglo XIX, en comparación bajas. Simplemente, las curvas térmicas en las distintas latitudes dejaron de progresar; retrocedieron de 2/10 de °F aproximadamente, o sea un poco más de 1/10°C. Recuperaron su nivel de 1920 (ya bastante bajo). Es aún muy pronto para saber si se trata del principio de una fluctuación fría inversa a la precedente, o simplemente de una oscilación menor, interdecenal, en el interior de una tendencia secular aún ascendente o, por lo menos, aún exaltada.[31]

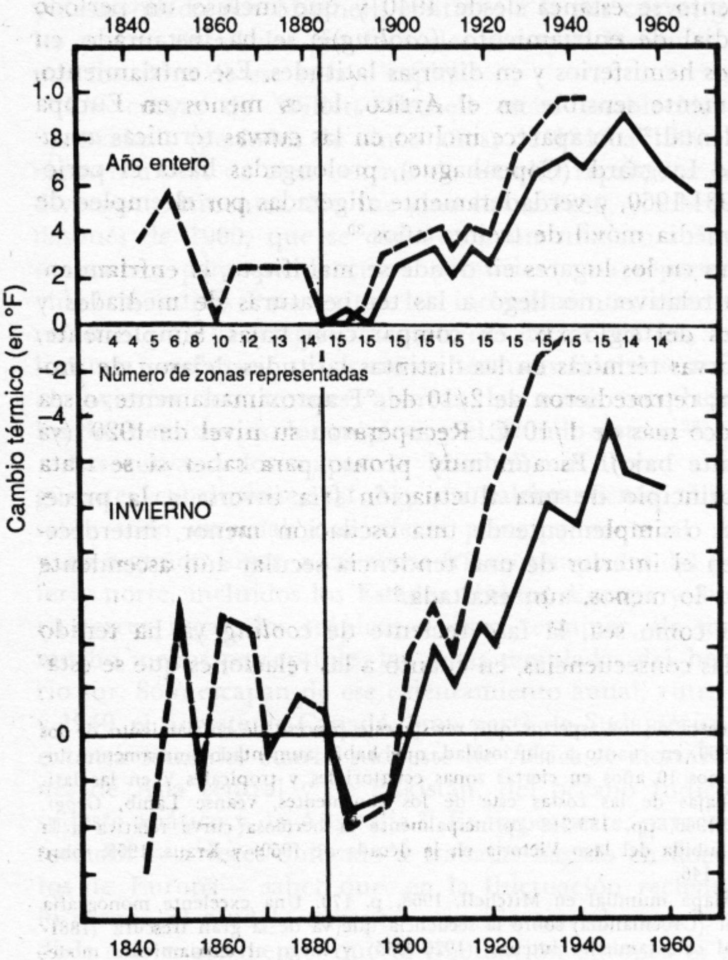
Sea como sea, la fase reciente de *cooling* ya ha tenido algunas consecuencias, en cuanto a las relaciones que se esta-

28 Acerca de los aspectos que reviste este proceso de enfriamiento de los años 1960, en cuanto a pluviosidad, que había aumentado nuevamente durante unos 10 años en ciertas zonas ecuatoriales y tropicales y en las latitudes bajas de las costas este de los continentes, véanse Lamb, *Geogr. journ.*, 1966, pp. 183-212 (principalmente la hermosa curva relativa a la brutal subida del lago Victoria en la década de 1960) y Kraus, 1963, sobre todo p. 146.

29 Mapa mundial en Mitchell, 1963, p. 170. Una excelente monografía regional (Groenlandia) sobre la secuencia que va de la gran frescura (1881-1890) al calentamiento intenso (1926-1955) y luego al enfriamiento moderado (1955-1964) se encuentra en Rodenwald, 1968.

30 Lysgaard, 1963, p. 153.

31 En un artículo publicado en 1966, Mitchell considera que la fase de enfriamiento continúa aún en 1965 (Mitchell, 1966, principio del artículo). Sin embargo, cualquiera que sea la interpretación que se le dé a esa fase de enfriamiento y sobre todo a ese "retorno de los inviernos crudos", plantea importantes problemas para los planificadores, urbanistas, agrónomos, etc., que deben tomar en cuenta ese nuevo factor en sus cálculos y proyecciones prospectivas. (Véase acerca de esto Clark, 1968, pp. 145-146.) Algunas ráfagas de ventisca (Nueva York, 29-31 de enero de 1965, por ejemplo) crearon problemas importantes en las grandes metrópolis.



GRÁFICA VII. El calentamieno secular reciente en el mundo entero. Gráfica tomada de Mitchell, 1963, p. 161.

– – – – –: curva bruta (promedio de todas las zonas)

————: curva ponderada, tomando en cuenta la distribución de las zonas según la latitud.

blecen entre crecimiento de vegetales y temperaturas: "En Oxford, durante los años 1930 y 1940, la duración promedio del período vegetativo (definido por temperaturas medias diarias iguales o superiores a 6°C) es dos o tres semanas mayor que la del siglo XIX; pero desde 1950 se volvió a recortar una o dos semanas aproximadamente."[32]

Esto en cuanto a las temperaturas. ¿Pero respecto a las precipitaciones? Son mucho más "decepcionantes" que las temperaturas en su comportamiento cronológico. Comparativamente, no dan con facilidad *a fortiori* la noción de tendencia larga interregional, de carácter mundial. Las tendencias de las lluvias varían caprichosamente, según los meses y las estaciones, aun en lugares cercanos. Milán recibe más agua cuando Roma, por el contrario, se seca, y viceversa.[33] El máximo y el mínimo de pluviosidad se desplazan en el tiempo en Escocia, en relación con sus posiciones cronológicas en Inglaterra y en el País de Gales.[34]

A causa de esa variabilidad, debemos ser prudentes en las posibles generalizaciones... no nos precipitemos: generalizaciones del geomorfólogo que descubre, en una capa superficial de terreno, huellas locales (mas no generales) de un reinicio de erosión causada por un caudal fluvial o lluvias más abundantes; generalizaciones del historiador, que no tiene derecho a extrapolar, sin pruebas, hacia otras áreas geográficas, las conclusiones sacadas de una serie secular y regional en relación con las inundaciones o las sequías.

Dicho de otro modo: las curvas térmicas pueden formar parte de la historia general. Las curvas pluviométricas, *en un primer análisis*, resaltan la historia local o regional. Ello no significa que no deban estudiarse.

Kraus[35] intentó aislar algunos caracteres generales de esas tendencias discordantes de la pluviosidad: según sus trabajos, parece que en ciertas zonas subtropicales, por lo menos, el inicio de la "ola cálida" del siglo XX (1890-1940) se acom-

[32] Lamb, 1966, p. 180.

[33] *Cf.* las curvas pluviométricas romana y milanesa, en Lysgaard, 1963, p. 156.

[34] Véryard, 1963, p. 26.

[35] Según Véryard, 1963, p. 27.

pañó frecuentemente (hacia 1890) de una disminución de las lluvias, de una casi desaparición de los ciclones tropicales y de una ampliación de las zonas áridas. El "enfriamiento reciente" (desde 1940) se acompaña, por el contrario, de una pluviosidad subtropical más intensa. En resumen, calentamiento de la zona templada y sequía de los trópicos irían a la par, y viceversa.[36] Esas concordancias no se pueden explicar, evidentemente, más que en términos de circulación general de la atmósfera: volveremos a ello.

Antes de abordar esta última cuestión (que trataremos más adelante, al final de este libro), conviene presentar un cuadro más detallado, más fino, más regional y monográfico de la gran fluctuación reciente que culmina en el calentamiento del siglo XX. Europa, y especialmente Europa central y occidental, tan rica en series, representa un "terreno de cacería" ideal para el investigador: necesariamente, llegando a este nivel de reflexión, nos encontramos confrontados con la obra, ya considerable, de Hans von Rudloff.[37]

Hans von Rudloff, a lo largo de toda su vida, fue un historiador del clima por vocación y por excelencia. Nació en 1922, "año extremadamente frío y húmedo", como dice Rudloff bromeando. . . Desde la edad de once años, llevaba, a manera de diario íntimo, una crónica de los acontecimientos climáticos de los que era un joven testigo en su ciudad natal de Fribourg-en-Bridgau. Luego de aprender el oficio de meteorólogo, von Rudloff se convirtió en "langfrister" (especialista a largo plazo), según expresión de sus colegas alemanes. Y su gran libro, que trata de las fluctuaciones y oscilaciones del clima europeo desde el inicio de las observaciones a base de instrumentos (o sea de 1670 a 1965), per-

[36] En la zona templada por el contrario, el calentamiento reciente, en la medida en que corresponde a una intensificación de la zonalidad y del flujo de oeste, se acompaña lógicamente de un *alza* de la pluviosidad sobre los frentes *oeste* de los continentes (Gran Bretaña); pero, desde luego, *no* en los frentes *este* (Nueva Inglaterra). Véanse, acerca de estos problemas, Lamb, *Geogr. Journ.*, 1966, p. 191 (aumento de las precipitaciones en las costas *oeste* de los continentes) y Krauss, 1955, pp. 198 y 430-439 (declinación *concomitante* de la pluviosidad en los trópicos y en las costas *este* de los continentes).

[37] Von Rudloff, 1967.

mite estudiar el calentamiento reciente, ubicado en el contexto climático de los últimos siglos.

Esa historia puramente meteorológica, diseñada por el investigador alemán, es perfectamente original por su trama, su escritura, sus fechas a veces precisas como años de batallas, otras veces necesariamente más elásticas; es una historia que empieza mal. . . y no termina muy bien. Al final, ya lo veremos, se encuentra el enfriamiento reciente, más bien desagradable, iniciado en Europa hace aproximadamente quince años, después de la abundancia y los magníficos calores de 1942-1953. El comienzo de las series de Rudloff coincide con el final, más bien helado, del siglo XVII, en el preciso momento en que empiezan a verse regularmente series instrumentales, aunque muy escasas, y cuya evidencia forma el tejido del libro de nuestro autor.

El gran frío del siglo XVII, en sus últimos años, representa efectivamente uno de los descubrimientos importantes, realizado por Gordon Manley en su arqueología de las temperaturas inglesas, cuyas conclusiones son tomadas por von Rudloff. Alrededor de 1690, primaveras, veranos, otoños e inviernos son más fríos (medidos con termómetros de esa época) hasta en casi 1°C, que los de los dos siglos y medio siguientes hasta 1950-1960 y durante los cuales se hicieron observaciones regularmente. Ya lo hemos dicho[38] al hablar de las fechas de vendimia y lo podemos decir de nuevo con la ayuda de los datos instrumentales: si hay un período en el que se puede hablar de *pessimum*, de pequeña edad glacial, es precisamente la década 1689-1698, marcada en todas las estaciones por temperaturas medias inferiores a la normal;[39] de ahí los grandes inviernos (1693-1694; 1694-1695, cuando el Bodensee estaba helado e Islandia por completo, o casi, rodeada de hielo); de ahí también el alza decenal de los precios del trigo, provocada por las grandes penurias; el grano maduró mal, pudriéndose bajo las lluvias, helándose: fue la horrible escasez de 1693-1694 en Europa occidental;

[38] *Supra*, p. 85.

[39] Acerca de las series termométricas de finales del siglo XVII, *cf*. Manley, 1959; Lamb, 1966, p. 175, von Rudloff, 1967, pp. 98, 102, 108, 114 y 120.

fue la penuria nórdica de 1697, después de la cual la tercera parte de la población finlandesa acabó en la tumba.[40]

Después, durante la primera mitad del siglo XVIII, se registró una sensible mejoría. Primaveras, veranos y otoños se calentaron sensiblemente, mientras que las situaciones anticiclónicas se dispersaban por Europa, y que las rutas de los ciclones, características de la presión procedente del oeste, se desplazaban hacia el norte.[41] Ese calentamiento, que puede medirse gracias a los trabajos de Gustav Utterström,[42] tuvo afortunadas consecuencias agrícolas y demográficas en Suecia, y culminó alrededor de los años 1730-1739, magníficamente soleados y caracterizados por un breve óptimo. Sólo los inviernos parecieron refractarios a ese descanso, a ese deshielo de principios del siglo XVIII. Permanecieron muy fríos y con nieve, y ese rigor culminó en el espantoso invierno de 1709 que destruyó las cosechas, creó hambre después de la cosecha —o, más bien, no-cosecha— que siguió y dejó en Europa millones de muertos por el hambre o por las epidemias florecientes en el terreno infeccioso de una desnutrición desesperada.

Han aparecido cientos de textos relativos al invierno de 1709; se ha dicho una y mil veces que engendró hambre y una enorme mortalidad. En la región parisina,[43] decenas de miles de personas murieron, emigraron. . . o se abstuvieron de nacer, víctimas de abortos, de amenorrea, de abstinencia, que fueron los efectos directos o indirectos de esa gran racha de frío y de hambre.

De todos esos textos sólo citaré uno, exhumado recientemente. Es la obra de un sacerdote de Angers: el cura Leho-

40 Jeannin, 1969, p. 94.

41 El calentamiento estival del siglo XVIII, en contraste con los períodos más frescos de finales del siglo XVII y principios del XIX, parece ser un hecho bastante generalizado, no sólo en Europa, sino también en las altas latitudes del hemisferio norte, cercanas al Ártico: véase, según los anillos arbóreos, el gran crecimiento de los árboles estimulado por el calor de verano, en el siglo XVIII, en Escandinavia, en el Ural polar y el noroeste canadiense (Bray, 1965 y 1966; Bray y Struik, 1963; Adamenko, 1963).

42 Utterström, 1961.

43 Dupaquier, 1968, p. 180; Renhardt, Armengaud, Dupaquier, 1968, p. 181.

reau[44] anotó sus recientes impresiones sobre la catástrofe que le tocó vivir.

> El frío, escribe Lehoreau, empezó el 6 de enero de 1709 y duró hasta el 24 con todo su rigor. Las siembras se perdieron. Fue tan grande el desastre que los huevos de gallina llegaron a costar alrededor de 25 y 30 céntimos la docena, pues la mayoría de las ponedoras habían muerto de frío, así como el ganado en los establos. Se veía cómo las aves perdían la cresta congelada, cuando habían logrado sobrevivir al frío. Gran número de ellas, patos, perdices y gorriones, murieron. Se les encontraba en los caminos, dentro del hielo, sobre la nieve. Encinos, fresnos y árboles de los valles se agrietaron por el rigor del invierno. Los dos tercios de los nogales murieron: la jarra de aceite de nuez costó 17 céntimos. Los dos tercios de las viñas murieron, sobre todo las más viejas. Ya no se vendimió más en Anjou, excepto en uno que otro cantón... Hablando sinceramente, no se llegaron a reunir en todo nuestro Anjou más de 88 pipas de vino, y además no era potable pues la cosecha no había madurado. Se vendimiaba en costales, como en 1692... Hablo por experiencia, pues no recolecté en toda mi viña ¡ni el vino que pudiera contener una cáscara de nuez!

La falta de vino parece haber afectado penosamente al buen cura Lehoreau. La verdad es que a falta del jugo de uva, el digno eclesiástico pudo consolarse con el de manzana: "Dios, cuya misericordia es infinita, escribe Lehoreau, dio a Normandía sidra en abundancia en 1709; sidra que nos trajeron hasta acá de manera que la pipa de sidra se vendía a 40 libras: lo que hizo que el vino, aunque escaso, no fuera tan caro como hubiese podido serlo."[45]

En cuanto al trigo, valdría más no hablar de él. Desde marzo de 1709, Anjou, luego París y Rouán vivieron múltiples levantamientos en los que los pobres se amotinaban para obligar a los grandes mercaderes a no exportar, a conservar el poco grano que había como alimento local; esas

44 Texto publicado por F. Lebrun, 1967, p. 130. Me limité a resumir el texto, pues su publicación *in extenso* habría aumentado este volumen inútilmente.

45 Lehoreau, ed. Lebrun, 1967.

rebeliones no calmaron el hambre ni su cortejo de epidemias y de muertes. El invierno de 1709 mató, en Francia y en otras partes, tanta gente como lo hubiera hecho una gran guerra.

Después de 1709, sin embargo, se apreció una relativa calma invernal —relativa, pues los inviernos de ese período ligeramente suavizado, continúan siendo 1°C más fríos que el óptimo del siglo xx—. Esa calma fue máxima en la hermosa década de 1730, que vio culminar el calor en todas las estaciones.

Seguidamente, se instauró un nuevo enfriamiento: se percibió en las cuatro estaciones de 1740. Empezó con fuerza durante el mismo año de 1740, uniformemente frío en invierno, primavera, verano y otoño: para medir bien ese terrible año, no estaría mal si fuésemos a dar una vuelta por Bélgica. . .

1739-1740: invierno belga muy crudo y además muy largo (helada de nueve semanas). El Mosa permaneció helado hasta el 15 de marzo de 1740, lo que paralizó el tráfico fluvial. Las estaciones siguientes, ese mismo año de 1740, no fueron mejores: "No hay primavera, mal tiempo hasta mediados de mayo, verano breve, frío, sin sol, cosecha tardía y arruinada por las lluvias; vendimias y frutas destruidas por las heladas precoces del 8 de octubre de 1740." Éste es el testimonio de las viejas crónicas belgas confirmadas por el termómetro y resumidas recientemente por Étienne Hélin. Terrible 1740: como si 1315-1316 hubiese vuelto. Con la diferencia, sin embargo, de que los mecanismos económicos y agrícolas del siglo xviii, más eficaces que en la Edad Media, permitieron evitar el hambre pura y simple y atenuar la crisis de subsistencias.

Atenuarla, mas no impedirla. ¡El precio del trigo en Lieja, en 1740, volvió a los niveles astronómicos que alcanzara en 1709! El "pueblo" de esa ciudad, subalimentado, amenazó a los canónigos acaparadores y similares con llamarles la atención y amotinarse ¡lo que seguramente no les gustaría! La respuesta a estos agitadores, proferida por el príncipe Georges-Louis, quien es a la vez gobernante y policía, vale su peso en metralla: "Tiren contra el montón, dice

a los burgueses de Lieja. Es la única manera de dispersar a esa tropa de canallas que quieren pan y pillaje. . ."[46]

La penuria se propagó en 1740, aunque a un nivel inferior al de 1709: los especialistas de la demografía histórica[47] consideran que en las regiones de agricultura evolucionada en Francia, como lo podría ser la cuenca parisina, la penuria de 1740-1741, consecutiva a la mala cosecha de 1740 representa la última crisis de subsistencia digna de ese nombre; propinó un último hachazo y muertes numerosas a las poblaciones del Antiguo Régimen. Después de esa fecha, gracias a diversos progresos en la agricultura, gracias a los caminos y progresos del trigo, ya no habrá en el norte de Francia hambre verdadera, causante de muertes masivas y brutales.

Sea como sea, los primeros 40 años del siglo XVIII, hasta 1739 inclusive, constituyen la fase de un cierto entibiamiento, que es perceptible si lo comparamos con los rigores de fines del siglo XVII y con los de la década de 1740. Entibiamiento insuficiente, sin embargo, para que los glaciares alpinos retrocedieran. Efectivamente, estos últimos se encontraban muy bien alimentados gracias a la ocurrencia persistente de inviernos fríos y con nieve que favorecieron la acumulación glacial. Pero ese entibiamiento moderado de principios del siglo XVIII fue suficiente para que ya no se produjeran esas catástrofes de los años glaciales o en exceso lluviosos de 1693 y 1709. Desde la enorme escasez de 1709, hasta la crisis de subsistencia de 1740, es decir durante 30 años, se notó efectivamente en el norte de Francia el buen comportamiento del clima para el trigo, la inexistencia de cataclismos *mayores* en la alimentación cerealera; en suma, la inmunización momentánea contra las crisis de subsistencia, debida sobre todo a la ausencia benéfica de los "desastres fríos" que fueron o serían los años de hambruna de 1693, 1709 y 1740.

A pesar de una cronología naturalmente caprichosa, la segunda mitad del siglo XVIII (conocida también gracias a los análisis de von Rudloff) no presenta caracteres que sean

46 Hélin, 1963, p. 490-493.
47 Goubert, 1960.

fundamentalmente diferentes de los de la primera: los inviernos, de los cuales se poseen hasta ahora ocho series escalonadas desde Escandinavia hasta Francia, pasando por Polonia, Holanda y, desde luego, Inglaterra, continuaron inclinándose hacia el rigor, un rigor claramente más marcado que durante nuestro período contemporáneo de inviernos suaves y escalonados de 1897 a 1939. Por el contrario, las otras estaciones dibujan, después de 1750, sarabandas más fantasiosas: las primaveras del período 1750-1800 fueron en conjunto, a juzgar por los numerosos diagramas de von Rudloff,[48] netamente más frías que las del máximo grado del siglo xx. En cambio, los otoños fueron casi igual de cálidos y los veranos igual de cálidos que los nuestros. Es verdad que entre 1765 y 1775 tiene lugar una década de veranos fríos y frecuentemente húmedos y lluviosos. Durante los peores años, la falta de cereales incitó a los campesinos bretones con el vientre vacío a no esperar las cosechas: los pobres se comían la cebada verde; y muchos de estos consumidores imprudentes sufrían cólicos, infecciones intestinales, enfermedades digestivas que a veces eran mortales. . . Las dificultades de subsistencia, consecutivas a la década de los veranos fríos y lluviosos y de las malas cosechas de 1765-1775, fueron una de las causas del fracaso de la política cerealera de Turgot; una de las causas, también, del levantamiento de los consumidores pobres, conocido en los alrededores de París con el nombre de *guerra de las harinas*,[49] precisamente en 1775.

Sin embargo, una vez pasados esos años ciclónicos, un magnífico óptimo estival se desprendió alrededor de 1780, a través de una serie de veranos ardientes (1778-1781), jamás igualada en términos de medias termométricas decenales. Ese óptimo de los calores de verano, bien señalado, ya lo hemos visto, por la precocidad de las fechas de vendimia y por la excelente calidad de los años de cosecha correspondientes de los vinos del Rin, creó, durante algunos años del reinado de Luis XVI y prácticamente en todo el occidente, abundancia relativa de trigo y sobreabundancia absoluta de

[48] Von Rudloff, 1967.
[49] Rudé, 1956 y 1961.

vino. De ahí el derrumbe de los precios de esa bebida, ampliamente estudiado por Ernest Labrousse (véase el capítulo anterior).

Pero esos magníficos veranos localizados alrededor de 1780 no bastaron para alterar la tendencia de *las cuatro estaciones*. Inviernos muy fríos, primaveras y veranos generalmente frescos o un poco frescos, en esa segunda mitad del siglo XVIII, dieron al clima de Europa un matiz fresco en conjunto, que pasa por debajo de algunas décimas de grado C las medias del siglo XX. Ese simple factor fresco, aunado a las tendencias que, en alta montaña, fueron lógicamente más nevosas que hoy en día, bastaron para conservar las enormes y "sublimes" dimensiones de los glaciares alpinos descubiertos hacia 1770-1780 por los primeros grabadores prerrománticos.

Esos matices térmicos, más bien negativos, se agravaron momentáneamente en la *primera mitad del siglo XIX*: las cuatro estaciones y sobre todo el invierno, fueron entonces mucho más frescas que durante el período de referencia elegido por von Rudloff (1850-1950). Un pésimo muy claro aflige a la década de 1810, principalmente en cuanto al invierno, al verano y al otoño. Como consecuencia, hubo gran escasez, particularmente en 1816-1817, y se sentaron las bases del empuje glacial que afectó a los Alpes hacia 1820. Además, en esos años 1800-1850, se sitúan el verano más fresco (1816) y el invierno más frío (1829-1830) encontrados en las largas series termométricas de observaciones europeas.

A partir de 1856, al cabo de una gran década de frescura (primaveras y veranos frescos; crisis de subsistencia; avance glacial; todo esto terminado en 1855), las cosas se aclararon y se anunció el gran calentamiento: una primera llamarada "óptima" iluminó y calentó los países climáticos de Europa occidental. Corresponde, en cuanto a los veranos, a la década de 1856-1865 (y también de 1871-1880); a la década de 1857-1866, respecto a los otoños; 1858-1867 en relación con los inviernos; y, finalmente, más tardías, las primaveras de 1862-1974. Cálidos y secos, poco nevosos en invierno, esos grupos de estaciones cálidas culminaron en los años

1858-1865, tan abundantes agrícolamente. La "fiesta imperial", esa célebre prosperidad del Segundo Imperio en la Francia de Napoleón III, fue también una fiesta de vientres llenos, de pueblo bien alimentado por las grandes cosechas. Por otra parte, esas décadas de aliento cálido, cuando por primera vez en mucho tiempo invierno y verano se calentaron simultáneamente, dieron el tiro de gracia a los glaciares alpinos: estos últimos sufrieron, en el transcurso de los años 1860-1870, un retroceso como no se había visto en los dos siglos anteriores.[50] Es realmente, en serio, el final de la pequeña edad glacial.

Después, las cosas se estropean un poco y se nota, luego de esos brillantes principios del calentamiento contemporáneo, un retorno ofensivo del frío, muy sensible por ejemplo durante la década de 1880. ¿Debemos incriminar, entre otros factores, como lo hace von Rudloff con prudencia, a la explosión gigantesca del volcán Krakatoa (agosto de 1883), que proyectó hacia el cielo 18 km^3 de polvo destinados a quedar en suspensión durante algunos años en la atmósfera, en donde filtran y disminuyen sensiblemente la radiación solar? Los climatólogos creen cada vez más en la importancia de las erupciones volcánicas como factores de contaminación de la atmósfera y como causas de fluctuaciones negativas y momentáneas de los elementos térmicos del clima.[51]

Sea como fuere, no es sino hasta el final del siglo XIX, a partir de 1889 en el caso de los veranos, alrededor de 1890 en el de los otoños y, sobre todo, a partir de 1897 en el de los inviernos, cuando el calentamiento volvió a manifestarse: se dirigió entonces con más resolución hacia el óptimo del siglo XX (aunque aún con algunos titubeos, "remordimientos" y "retrocesos"); esta cronología es válida para Europa occidental y central esencialmente.

En las regiones precitadas, ese óptimo contemporáneo,[52]

[50] *Infra*, pp. 290-291.

[51] Lamb, 1969.

[52] ¿Entre las consecuencias biológicas de este óptimo, debe mencionarse la implantación reciente en Sicilia de *Boerhavia repens viscosa* (originaria del Sahara), traída del África por el calentamiento? Véase acerca de esto, Trasselli, 1968, que cita a De Leo, 1967.

que fue el de nuestra juventud, tiene de alguna manera dos caras. El de las primaveras, veranos y otoños, las tres estaciones del tríptico que constituyen el período vegetativo del año, culminó al final de un ascenso más o menos regular, durante los 12 espléndidos años que se sitúan entre 1942 y 1954 ("espléndidos" en términos de clima, único campo así calificado). Cada una de las tres estaciones del tríptico tiene naturalmente su periodización particular en el seno de esa cronología. Las primaveras, en primer lugar, bajo la influencia de alguna circulación de zona cada vez más marcada, se calentaron decididamente a partir de 1920: las temperaturas primaverales así desencadenadas alcanzaron su apogeo de 1942 a 1954, situándose al máximo en 1947-1949; así, la vegetación, estimulada por ese calor primaveral que establece en Europa central un clima de tipo "*pannonien*", comenzó a crecer con anticipación durante los años óptimos; luego, después de 1954 y hasta más allá de 1965, un ligero enfriamiento afectó de nuevo a las primaveras de Europa (alrededor de 0.5°C en promedio).

El mismo análisis es válido para los veranos, con ciertos matices: éstos se calentaron un poco más tarde que las primaveras, es decir, en la década de 1930. El óptimo estival se desplazó de norte a sur y barrió lentamente el viejo continente, desde el Ártico hasta el Mediterráneo. En efecto, el calor de verano culminó en Groenlandia desde 1927-1937; en Laponia y el norte del Báltico en 1932-1942; en Europa septentrional y marítima en 1937-1947; en Europa central en 1942-1953. Esos diez años (y sobre todo 1942, 1943, 1944, 1946, 1947), que fueron de cosechas de buenos vinos soberbiamente madurados por el sol, fueron también, en los Alpes germánicos, el período durante el cual los glaciares sufrieron una fusión llevada al máximo. En ese tiempo, las masas glaciales llegaron a perder anualmente de 10 a 15 metros de longitud en su lengua terminal y hasta 60 cm de espesor. Algunas almas tristes hablaron incluso de una muerte de los glaciares; pronóstico pesimista que después sería desmentido por los enfriamientos del final de los años 1950.

El óptimo estival del siglo XX culminó en 1947, cuando

una ramificación anticiclónica, lejano seudópodo de las altas presiones de las Azores, permaneció sobre Escandinavia difundiendo calor. "El verano de 1947, escribe von Rudloff, se coloca en los límites ascendentes extremos del clima actual." De una manera general, quienes no recuerdan los hermosos veranos de la posguerra, debido a su corta edad (1947, 1949 e, incluso, en Europa central, 1950, 1952...), pueden decir que no conocieron la dulce vida (dulce, desde luego, únicamente en cuanto al clima)...

Después de 1952 y principalmente de 1953 a 1962, la extensión septentrional del clima mediterráneo dejó de sentirse en Europa: la bella estación volvió a su tendencia nubosa y fresca;[53] los valores térmicos regresaron a niveles más moderados; algunos hermosos veranos, soleados, aparecieron de vez en cuando, pero aislados, y ya no se repitieron con la frecuencia del encantador óptimo estival de 1942 a 1953.

La historia de los otoños del siglo xx en el viejo continente también sigue el *modelo* de las primaveras y los veranos que acabamos de diseñar —al decir de von Rudloff. El calentamiento otoñal iniciado a finales del siglo xix se fortaleció durante la década 1916-1925, en el norte y el este de Europa. En el centro y el oeste europeos, ese arrancón, o más exactamente ese segundo aire, fue un poco más tardío: empezó durante la década 1920-1929, precisamente a partir de 1926. Desde esa fecha, los otoños permanecieron constantemente ligados a las altas temperaturas en las viejas naciones asentadas al este del Atlántico; en efecto, nunca se había visto, en ninguna época anterior checada por los termómetros, un calentamiento otoñal comparable al que ocurrió a partir del segundo cuarto del siglo xx, por su amplitud y su duración: después de 1926, el largo otoño dorado no tenía fin; esos calores otoñales, característicos del óptimo contemporáneo, prolongaron muchísimo el período vegetativo, retrasaron la caída de las hojas y provocaron en Europa verdaderos fenómenos de "verano indio" o "verano de San Martín", que son más frecuentes en América. Cronológicamente, el óptimo otoñal se deslizó también de norte

[53] Para consultar una monografía de año frío (1968), típico del enfriamiento reciente, *cf.* Wallen, 1969.

a sur y de este a oeste: efectivamente, culminó en 1929-1938, desde Rusia hasta Polonia y Laponia (en esta última región, el abedul volvió a crecer repentinamente en zonas donde era ya olvidado). En Europa central, ese mismo óptimo tuvo lugar un poco más tarde, en 1942-1951: en ese espacio, la coincidencia con el óptimo estival es casi completa. Finalmente, la culminación se retrasó un poco en Europa del suroeste. En cuanto a la fase del enfriamiento, que debía cerrar lógicamente esos esplendores otoñales, fue muy tardía, si tomamos como referencia el ejemplo de las otras estaciones; más tardía que en el caso de los veranos. Los otoños de la década 1953-1962 siguieron siendo bastante cálidos, aunque las zonas de gran actividad frontal de los ciclones ya empezaban a deslizarse hacia el sur, lo que indujo un principio de enfriamiento. El enfriamiento definitivo se instauró hasta los otoños de 1963 y 1964.

En conjunto, y una vez acumuladas las tres estaciones de ablación glacial (primaveras, veranos y otoños), el óptimo de 1942-1953, con sus temperaturas de primavera-verano de 1 a 3°C superiores a las "normales" (1850-1950), resultó fatal para los glaciares alpinos. Desde este punto de vista, el año 1946-1947 (invierno de 1946-1947 casi sin nieve en la montaña y, por consiguiente, sin acumulación glacial; primavera, verano y otoño cálidos y secos en 1947) marcó un paroxismo del desmantelamiento de los glaciares.

Finalmente, el invierno es la última parte de esta cronología de estaciones; también se calentó, pero conforme a una periodicidad muy diferente a los otros nueve meses del ciclo anual: el suavizamiento invernal, característico del largo calentamiento del siglo xx, empezó efectivamente en 1897, año secular, a partir del cual aumentaron fuertemente tanto la circulación zonal como el transporte de aire oceánico sobre el oeste de Europa. La culminación de ese clima zonal marítimo de inviernos suaves en el viejo continente se situó en 1910-1928 (más precisamente hacia 1910-1920, según una docena de centros o ciudades que cuentan con estaciones de observación meteorológica; hacia 1910-1930, según otros

seis; hacia 1930-1940, según otros 10) y no en 1942-1953, como es el caso de las otras tres estaciones.

Los inviernos relativamente tibios y oceánicos registrados durante ese óptimo precoz y original de la estación fría, fueron también lluviosos, debido a la influencia privilegiada de la corriente del oeste que se hizo sentir ahí; durante el período casi óptimo de 1901-1930, el ascenso promedio (en enero) de las temperaturas alemanas fue de aproximadamente 1.4°C en comparación con la "normal" de 1951-1900; el ascenso que corresponde a las precipitaciones fue de 17 mm. Sin embargo, a pesar de esas lluvias en aumento, los años 1925-1934 fueron pobres en nieve durante el invierno, en Europa central: contribuyeron pues a frenar la acumulación glacial en los Alpes germánicos. ¡Los pobres glaciares estaban condenados a ser roídos por ambas partes! Falta de acumulación por arriba durante el óptimo invernal de los años 1920-1930; exceso de ablación por debajo durante el óptimo de las otras estaciones en los años 1942-1953.

Sin embargo, el helado invierno de 1939-1940 hizo doblar las campanas con respecto al óptimo invernal y señaló un cambio decisivo hacia una larga ola del frío del invierno. Este fenómeno de *Abkühlung*, limitado esencialmente a los tres meses de "mala" estación, de diciembre a febrero, caracteriza el decenio de 1940: los crudos inviernos de este período, llamado de guerra y posguerra, contrastan por completo con los óptimos de primavera, verano y otoño que apuntan simultáneamente en sentido inverso, en los mismos años de 1942-1953.

¿Por qué esos nuevos rigores de la estación fría desde hace cuarenta años en Europa? Porque, dice von Rudloff, el período de circulación intensa zonal que había originado el óptimo invernal llegó a su fin hacia 1938-1939. (Llegó a su fin. . . por lo menos durante los tres meses de la estación fría, ya que en las otras estaciones del año es evidente que no ocurrió así.)

El análisis climatológico del investigador alemán denuncia pues fenómenos que volveremos a tratar al final de este libro, al evocar la síntesis de H. H. Lamb: "Durante los

inviernos posteriores a 1940, escribe von Rudloff,[54] las rutas de los ciclones tienden a situarse más al sur. Así, Europa central, principalmente germánica, se encuentra, a partir de entonces, más frecuentemente bajo la influencia de masas de aire frío, ártico y polar marítimo, cuya invasión es favorecida por la excavación de las bajas presiones en el espacio mediterráneo." En altitud, en el nivel de superficie de 500 milibars, a 4 o 5 km de altura de la atmósfera, un valle frío, orientado de norte a sur, tendía a localizarse más al oeste que durante el óptimo invernal. Desde Noruega hasta el Mediterráneo, ese valle frío, llevado nuevamente hacia el oeste, arrastró ondas de aire helado al extremo occidental del viejo continente, ondas que produjeron inviernos muy fríos: tal es el caso del "invierno del siglo", 1962-1963. Esos fenómenos representan en cierta medida (ya que el calentamiento secular aún no ha sido totalmente anulado), el fin del suavizamiento invernal europeo.

La reciente fluctuación tibia que culminó en Europa occidental y central[55] con el pequeño óptimo de 1942-1953 tuvo consecuencias interesantes. Ante todo sobre la mayoría de los glaciares del mundo, esos grandes indicadores e integradores climáticos. Los glaciares, así lo veremos, son preciosos auxiliares para el historiador del largo período, pues actúan como acumuladores del clima y son proveedores de datos, de textos, de referencias iconográficas, cartográficas y morénicas.

Desde este punto de vista, el retroceso reciente de los glaciares (aproximadamente 1870-1950) merece ser evocado rápidamente. También aporta un *modelo* para la comprensión de las fluctuaciones glaciales anteriores, ya sean análogas o inversas con respecto a él: fluctuaciones de la Edad Media, fluctuaciones de los siglos XVII y XVIII. Y, a final de cuentas, en este campo, quien habla de glaciares habla de clima.

Definamos en pocas palabras seis características, las más

[54] 1967, p. 204.

[55] H. von Rudloff, 1967, pp. 167-185.

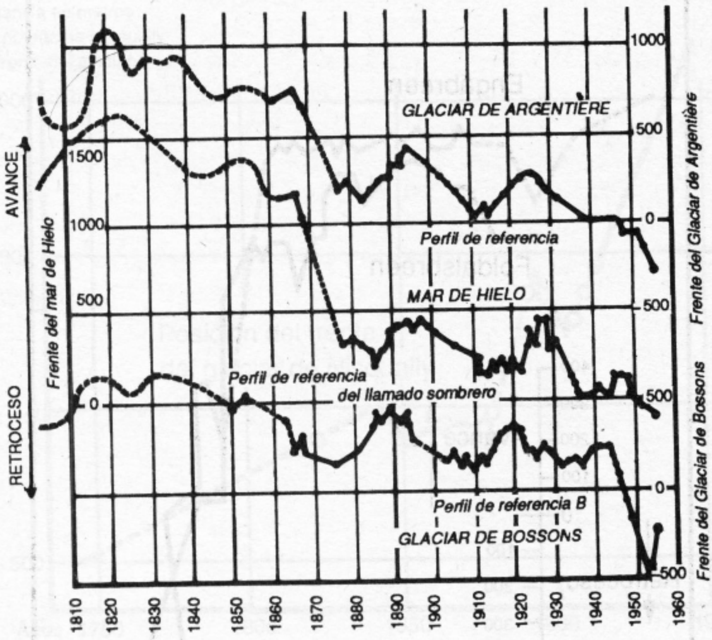
preciadas para nuestra investigación, de la última fluctuación de los glaciares:

1. La recesión glacial de 1860-1960 es de *larga duración*; se integra a fenómenos seculares y, más probablemente, como veremos, inter o multiseculares.
2. Es, en conjunto, *universal*, casi mundial.
3. Es *climáticamente determinada.*
4. Es de *gran amplitud.*
5. Es *mesurable y fechada.*
6. Es *fácilmente localizable.*

Fluctuación de *larga duración*: cada vez que se puede seguir de cerca, "graficar" con un número suficiente de datos desde hace un siglo o más de medio siglo, el retroceso de una lengua glacial, se advierte que ese retroceso presenta, a pesar de algunos accidentes, avances o sobresaltos momentáneos, un carácter de continuidad secular, que es testimonio de una *tendencia* auténtica, de una tendencia persistente a la contracción, a través de las décadas; así ocurre en las curvas de Mougin y Vallot, prolongadas por Bouverot, Lliboutry y Grove, en relación con los glaciares del Monte Blanco; en las curvas y mapas de Mercanton sobre el glaciar del Ródano; en las curvas de Theakstone sobre los glaciares de Svartisen; de Harrison sobre el glaciar de Nisqually, en las Rocallosas; de Heusser y Marcus sobre el glaciar de Lemon Creek en Alaska.[56]

Fluctuación *universal* (en general). Ciertamente, todos los máximos y mínimos glaciales en el interior de un mismo macizo, *a fortiori* en las distintas regiones, están lejos de ser simultáneos. El avance coincide aquí con el retroceso de otro lado, etc. Además, incluso los ritmos de retroceso (o de avance) son muy variables, según las masas glaciales. Sin embargo, y a pesar de esas diversidades, se afirman tendencias regionales mayoritarias (de 80%, 90% y más): alpina, escandinava, etc. Y, a su vez, esas tendencias

[56] Mougin, 1912 y 1910-1934; Bouverot, 1957, y *ref.* en Harrison, 1952-1956, pp. 666-668; Heusser y Marcus, 1964; Mercanton, 1916; Theakstone, 1965; *cf.* también Figuras X, XI, XII, etc., y J. Grove, 1966.



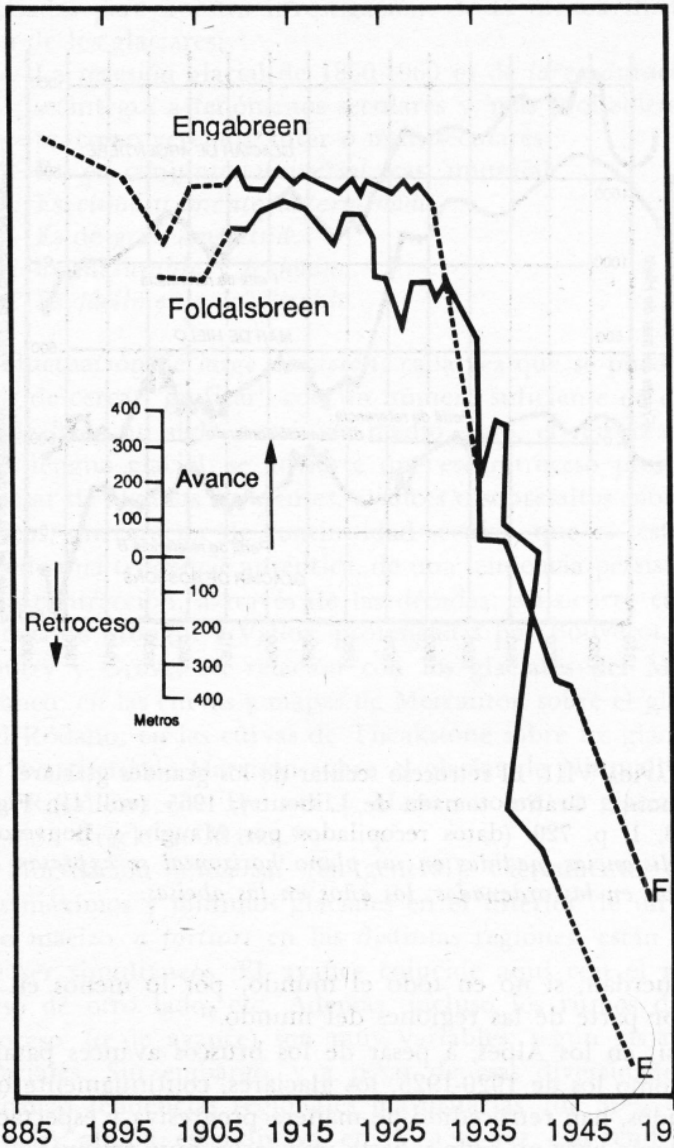
GRÁFICA VIII. El retroceso secular de los grandes glaciares de Chamonix. Gráfica tomada de Lliboutry, 1965 (vol. II), Figura 18, 1, p. 720 (datos recopilados por Maugin y Bouverot). *Las distancias medidas en un plano horizontal se expresan en metros, en las ordenadas; los años en las abcisas.*

concuerdan, si no en todo el mundo, por lo menos en la mayor parte de las regiones del mundo.[57]

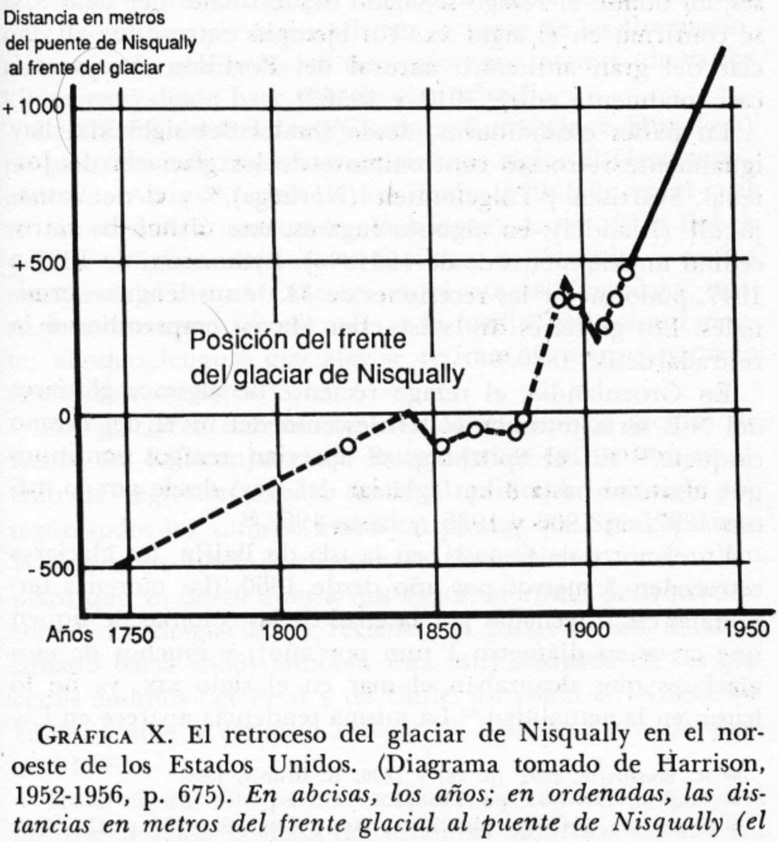
Así, en los Alpes, a pesar de los bruscos avances pasajeros como los de 1920-1925, los glaciares, continuamente observados, han retrocedido de manera progresiva y espectacular desde hace un siglo y hasta una fecha muy reciente.

En la década de 1950, aún se observaba que de 80% a

57 Lliboutry, 1965, II, p. 731.



GRÁFICA IX. Glaciares del grupo de Svartisen (Noruega). Diagrama (indicativo de un retroceso intenso) tomado de Theakstone, 1965, Figura 3.



GRÁFICA X. El retroceso del glaciar de Nisqually en el noroeste de los Estados Unidos. (Diagrama tomado de Harrison, 1952-1956, p. 675). *En abcisas, los años; en ordenadas, las distancias en metros del frente glacial al puente de Nisqually (el lugar donde actualmente se encuentra el puente estuvo por el glaciar a finales del siglo* XIX, *de ahí las ordenadas negativas).*

Ese retroceso impresionante cesó después: desde 1963, el glaciar de Nisqually empezó a avanzar de nuevo (carta de A. E. Harrison, 6 de marzo de 1967).

100% de las lenguas glaciales[58] se encontraban en regresión en Suiza, Francia, Italia y Austria.

58 Anexo 1. (En este anexo 1, reuní las referencias concernientes al retroceso "plebiscitario" de los glaciares alpinos; son muy numerosas para aparecer en una nota a pie de página.) Si se desea una vista de conjunto al respecto, *cf.* Lliboutry, 1962, pp. 720-727; *cf.* también la gráfica VIII.

Las mismas tendencias se aprecian en los Pirineos franceses, en donde el rezago señalado desde finales del siglo XIX se confirmó en el siglo XX. Un ejemplo entre diez: el glaciar del gran anfiteatro natural del Portillón desapareció casi totalmente entre 1912 y 1956.[59]

En países escandinavos, desde finales del siglo XIX, hay igualmente retroceso concomitante de los glaciares de Jostedal, Svartisen y Folgefonnen (Noruega),[60] y el de Vatnajökull (Islandia); en algunos lugares, este último ha retrocedido un kilómetro desde 1904;[61] J. Eythorsson, de 1931 a 1947, pudo medir las recesiones de 31 de sus lenguas terminales. Los glaciares de la isla Jan Mayen emprendieron la retirada desde 1880.[62]

En Groenlandia, el rezago reciente de algunos glaciares del N-E sería testimonio del descenso del nivel del mismo casquete.[63] En el Spitzberg, se aprecian rezagos continuos que alcanzan hasta 3 km (glaciar del Rey) desde por lo menos 1897, en 1906 y 1936, y hasta 1962.[64]

En el norte de Canadá, en la isla de Baffin, los glaciares retroceden 3 metros por año desde 1860 (las morenas terminales están fechadas por la edad de las colonias de liquen que crece en diámetro 1 mm por año); y muchos de esos glaciares que alcanzaban el mar en el siglo XIX, ya no lo hacen en la actualidad.[65] La misma tendencia aparece en Co-

59 R. Bonaparte, 1892 (p. 28) y 1896; R. Brunet, 1956.

60 Rogstad, 1947-1951, pp. 151-551.

61 Eythorsson, 1947-1951 pp. 250 *ss.*; Ives y King, 1952-1956, p. 477. Véase también el considerable retroceso de los glaciares de Tungsbergdalsbreen, en el grupo de Jostedàl, entre 1937 y 1961 (Kick, 1966, p. 1-17).

62 Jennings, 1952-1956, pp. 133-145 y 1948, pp. 167-182 (sobre Jan Mayen). La superficie de hielo de Novaya Zemlia tiene un gran retroceso desde 1907 (Koryakin, 1968).

63 Wylie, 1952-1956, p. 704; *cf.* también, acerca de los datos obtenidos mediante las "extracciones" hechas en los neveros groenlandeses y acerca del retroceso de los glaciares locales, Diamond, 1958; Lliboutry, 1965, p. 728; para terminar, recientemente, la obra monumental de Weidick, 1968, p. 55 y *passim* y Mock 1966 (principalmente la hermosa curva que muestra el retroceso *continuo* de un glaciar groenlandés, de 1916 a 1965); finalmente, Loewe, 1968 y Temple, 1969: rezago continuo del glaciar del Ruwenzori, de 1958 a 1966.

64 *J. Glac.*, vol. II, 1952-1956, p. 640 y Vivian, 1965.

65 Hale, 1952-1956, p. 22; Ward y Baird, 1954; *J. Glac.*, vol. II, 1952-1956, p. 653.

lumbia Británica;[66] en Alaska, los numerosos estudios de morenas, bien fechados por la edad máxima de los bosques que las cubren, permiten afirmar, a pesar de las fluctuaciones menores, que hubo un retroceso muy intenso (de varios kilómetros) desde hace más de cien años.[67]

Los hielos de Oriente (Cáucaso, Kurdistán e Himalaya) no han sido más resistentes en nuestro siglo: el glaciar caucásico de Asau se retiró 1.5 km desde 1849 (año en el cual su avance había destrozado un bosque), hasta 1935; Bobek y Erinc señalaron retrocesos similares en Anatolia y en los montes del Cercano Oriente; en el sur del Himalaya, ocurrieron retrocesos fenomenales, a la medida del mismo monte: algunas lenguas glaciales se retiran 40 metros por año desde hace un siglo.[68]

Los glaciares ecuatoriales del África, en los montes de Kenia, del Kilimanjaro y de Ruwenzori se encuentran en estado de regresión rápida desde el principio del siglo xx, según todos los autores. Hasta tal punto, que Spink y luego Whittow, en 1963, predijeron su desaparición total en un plazo que va de 40 años a dos siglos, al ritmo del retroceso actual. La desglaciación reciente (a partir de un máximo situado hacia 1850) también está muy marcada en los glaciares andinos del Perú y de Chile, así como en Nueva Zelanda, donde ocurrieron rezagos de más de 2 km de 1866 a 1919.[69]

Hasta ahora, sólo parece escapar a esa tendencia mundial de desglaciación la masa del inlandsis antártico, dotada sin duda de una formidable "reserva" de inercia climática;[70] y también los glaciares de montaña más cercanos a ese in-

66 Webb, 1948; Field, 1949; Mathews, 1951.

67 Lawrence, 1950; Sharp, 1958; Cooper, 1937; Field, 1932; Heusser y Marcus, 1964.

68 Butzer, 1957, pp. 21-35 y 1958, p. 126 (datos y bibliografía); Erinc, 1954, p. 22; Ahmad y Saxena, 1963; Kotliakov, 1967.

69 África: Whitow, Shepered, Goldthorpe y Temple, 1963; Humphries, 1959; Spink, 1947-1951, y 1952-1956; J. de Heinzelin, 1952; Charnley, 1959. América del Sur: Lliboutry, 1956 y 1965, pp. 729-730; Dollfus, 1959, p. 37; Broggi, 1943; White, 1952-1956. Nueva Zelanda: Odell, 1952-1956; Gage, 1947-1951, Harrington, 1952-1956.

70 Mellor, 1959, a y b; Lliboutry, 1965, pp. 512-513.

landsis, como los del sur de la Patagonia (glaciares del Fitz Roy).[71]

¿La recesión glacial mundial o casi mundial, definida rápidamente, toca a su fin o, por lo menos, alcanza una plataforma, un estadio de reavance temporal, comparable a los que se registraron en los Alpes hacia 1920-1925? No es imposible. Se han advertido síntomas de un nuevo avance en los últimos 20 años:[72] en Spitzberg desde 1957-1960 y desde 1962 (200 metros de avance en el glaciar del Rey de 1962 a 1964, después de 3 km de retroceso de 1897 a 1962); al norte de Noruega (glaciar de Jan Mayen, desde 1954); en las Rocallosas (desde 1944 y, sobre todo, desde 1952); e incluso en los Alpes, excepcionalmente y por partes (glaciares de Argentiere y de Bossons, desde 1952-1955).

Sin embargo, no debe exagerarse la importancia de estos fenómenos: en 1955, durante un "repunte" muy claro de este nuevo avance glacial en las montañas helvéticas, se estimaba que 25% de los glaciares suizos (con base en una estadística precisa y cuidadosamente mantenida al día)[73] habían empezado de nuevo a avanzar. ¡Pero los otros, o sea 75%, retrocedían aún! No podemos, pues, considerar como gloriosa esta "ofensiva" en la que tres cuartos de la tropa continúan en retirada. Además, el porcentaje de glaciares en progresión cayó a 10-15%, lo cual es poco, entre 1957 y 1964. En 1965, último año comprendido en el estudio de Hoinkes —cuyos resultados empleo en este momento— ese porcentaje sube a 25%: aún nos encontramos lejos de los logros del empujón de 1920 y todavía mucho más de los avances mayores de la "pequeña edad glacial".

M. Vivian, especialista de los glaciares de los Alpes franceses que consulté en 1969, tiene una opinión análoga. Durante sus recientes viajes a Saboya y Alta Saboya, vio frentes glaciales calmados, estabilizados, que retrocedían o avanza-

71 Lliboutry, 1952-1956, p. 168.

72 Las abundantes referencias que interesan acerca de este fenómeno se reunieron en el anexo 2.

73 Hoinkes, 1968.

ban muy ligeramente, según el caso, sin que por ello se perfile una clara tendencia.

En tales condiciones, podemos preguntarnos si los pequeños avances de los glaciares, recientemente señalados aquí y allá, constituyen simplemente un repentino salto pasajero, o si forman el punto de partida de una nueva fluctuación secular, positiva e inversa a la regresión del último siglo. El historiador no tiene vocación para decidir acerca de este problema, pues la prospectiva no le concierne. De cualquier manera, las lenguas glaciales están, aún hoy, muy lejos de sus máximas del siglo XIX. El gran rezago mundial sigue siendo el fenómeno capital.[74]

Capital para aquel que se interesa, como historiador, por las fluctuaciones de los glaciares y por las del clima que ahí subyacen. El episodio reciente de la larga corriente demuestra un hecho importante: se sabe que los glaciares alpinos y en menor grado los escandinavos, son los únicos o casi, de antigüedad conocida por la documentación escrita y por la iconografía; son casi los únicos que cuentan para un historiador de archivo; pero, *en conjunto* (la última recesión secular lo demostró, así como las grandes edades glaciales), se encuentran *en fase*, junto con los del resto del mundo, exceptuando la Antártida. No se inscriben en un sincronismo absoluto, pero sí en una tendencia bastante general.[75] Sus más antiguas evoluciones, avances o retrocesos de larga duración —tal y como pueden descubrirse en los textos o por otros medios durante la Edad Media o en el siglo XVII— son probablemente muy significativas como fenómenos glacioclimáticos de mayor alcance que desbordan el estrecho cuadro de la península oeste europea, y que se integran a una tendencia glacial mucho más amplia, "intercontinental".

Tercer carácter, esencial para nuestra investigación: la fluctuación glacial de larga duración está *climáticamente deter-*

74 Esa última frase, escrita en 1966 en la edición francesa del libro, es aún más real durante los años siguientes. Los artículos más recientes publicados a partir de 1966 *subrayan mucho más la continuidad persistente del retroceso glacial,* que el reinicio, a final de cuentas hipotético, de un nuevo avance (*cf.* estas referencias recientes reunidas en el anexo 2).

75 Lliboutry, 1965, p. 731.

minada. Después de Maurer, Ahlmann y Wallen,[76] Hoinkes lo demostró nuevamente con más fuerza y precisión que nunca,[77] gracias a medidas de todos tipos, meteorológicas y glaciológicas, efectuadas en la zona misma de los glaciares en cuestión:[78] de los dos factores "presupuestos", acumulación de nieve o ablación por fusión, que determinan déficit o excedente, es decir, a final de cuentas, avance o retroceso del glaciar, es el segundo, la ablación, el que dominó y provocó el rezago glacial del siglo pasado. Ese rezago glacial se debe sólo parcialmente a una reducción de la caída de nieve en invierno. El determinante principal es la extensión e intensificación de la estación cálida, de la estación de ablación —provocada por el cambio en la circulación atmosférica y simbolizada de manera simplista por el ascenso en las curvas térmicas—. Por una parte, hay *asoleamiento más largo y más marcado* que acrecienta la absorción del calor radiante por parte del glaciar, calor debido al sol y al cielo claro: por otra parte, hay una *menor frecuencia en las incursiones de aire frío durante el verano* (esto último disminuye las caídas de nieve en verano,[79] que tenderían por el contrario a aumentar el *albedo* del glaciar y así reducir las posibilidades de fusión. Estos dos grandes factores corresponden, a largo plazo, al ascenso bien conocido de las temperaturas, las de la bella estación, e influyen en los promedios anuales; y por su intervención concreta, son también ellos los que se combinan para modificar la balanza térmica de los glaciares, para reducir sus perfiles y empujar sus lenguas terminales. Un lazo complejo, un tejido de mediaciones precisas pero ya conocidas, une el lento ascenso de

[76] Wallen (C. C.), 1948; Maurer, 1914; Ahlmann, 1939, p. 187, y 1940, pp. 120-123.

[77] Hoinkes, 1955, 1962, a y b, y 1963; Lliboutry, 1965, pp. 833-835.

[78] Desde ese punto de vista, los trabajos de Hoinkes responden a las exigencias críticas pertinentes formuladas por La Chapelle, 1965, p. 755.

[79] El número mayor o menor de días de nieve en verano, de junio a septiembre (fenómeno A), parece ser un factor *determinante* en el avance o el retroceso de los glaciares alpinos (fenómeno B): véanse acerca de esto las muy elocuentes gráficas de Hoinkes, 1954, reproducidas por von Rudloff, 1967, p. 181. El fenómeno B sigue el fenómeno A con tres o cuatro años de diferencia.

las temperaturas promedio con la debacle progresiva de las masas glaciales.

Esas finas monografías de Hoinkes encuentran su confirmación plena y total en una escala que podemos calificar cómodamente de macroscópica. Durante el último medio siglo, la fluctuación térmica y la fluctuación glacial coincidieron, efectivamente y por regla general, en las diversas regiones del globo. Estuvieron "en fase". A temperaturas medias crecientes, correspondieron glaciares generalmente decrecientes: ésta es una aseveración demasiado simple[80] para dar una descripción integral de los hechos, pero suficiente para indicar una tendencia.[81] Estudios "presupuestales" se han realizado: se han establecido gráficas que dan *respuesta,* por parte de las lenguas terminales, a las fluctuaciones de las condiciones climáticas y, principalmente, al ascenso de las temperaturas estivales en las cuencas de ablación (algunas veces existe una diferencia de algunos años,[82] necesarios para transmitir el impulso de la cima a la base: tres años, seis años, 10 años o más). Haefeli y Zingg han hecho estudios de este tipo en los Alpes, Callendar en los glaciares noruegos, Chizov y Koriakin en Nueva-Zemble, Matthews en Columbia Británica y Marcus y Heusser en Alaska;[83] la *correlación*[84] que estos estudios indican desemboca necesariamente en una *explicación* y en una *verificación* experimentales como las que propone Hoinkes. Inversamente, explicación y verificación aseguran definitivamente la correlación entre la temperatura, la ablación y los glaciares; la hacen útil, como tal, para el historiador.

80 Acerca de la complejidad del problema, véanse por ejemplo, los análisis de R. P. Goldthwait, 1966, pp. 40-41.

81 Lliboutry, 1965, pp. 833-835; Tricart y Cailleux, 1962, pp. 45-46.

82 Acerca de esta inercia, exposición y bibliografía en Callendar, 1942; Charlesworth, 1957, vol. I, pp. 151-152; Lliboutry, 1965 p. 833: la lengua terminal no afecta las modificaciones que se operan en las masas superiores del glaciar sino hasta varios años después. Sin embargo, reaccionan muy rápidamente ante una ablación reforzada o debilitada.

83 Haefeli, 1955-1956; Zingg, 1963; Calendar, 1942; Chizov y Koriakin, 1962 y 1963; Mathews, 1951; Heusser y Marcus, 1964.

84 Faltaba puntualizar el tratamiento matemático y estadístico de esas correlaciones; *cf.* acerca de ello la problemática propuesta por Lliboutry, 1965, p. 832.

Efectivamente, a largo plazo, la correlación temperaturas-glaciares se establece a la vez mediante los detallados estudios evocados con anterioridad y mediante la visión global de los dos fenómenos A y B: el rezago general de los glaciares (B), desde las *máximas* de 1850, se confirma con un verdadero plebiscito de los glaciólogos de todos los países y corresponde plenamente al ascenso universal de las temperaturas (A), desde las *mínimas* de 1850; decenas de series locales certifican este ascenso, así como los trabajos de Callendar, Willett, Mitchell y von Rudloff. Los maestros están de acuerdo, las investigaciones detalladas se generalizan de una vez por todas y adquieren así un alcance histórico: los glaciares son los grandes testigos del largo plazo.

Pero no sólo son integradores del clima. Disponen además de un verdadero poder que va en aumento, para informar acerca del carácter general de las condiciones meteorológicas[85] de su época, ya que las fluctuaciones de sus lenguas terminales, *mesurables* y *fechables*, son fluctuaciones de *gran amplitud*, a largo plazo: el efecto (glaciar) si no desproporcionado, por lo menos es particularmente espectacular en relación con la causa (climática).

Consideremos, en efecto, la fluctuación reciente del clima: el calentamiento, como ya vimos, no va más allá y a veces ni llega a 1°C en promedios anuales; en la región de los Alpes, de 1900-1919 a 1920-1939 es de 0.33 a 0.44°C.[86] Es interesante, es significativo, pero a final de cuentas es relativamente poco.

Esta fluctuación modesta (que prolonga, es verdad, un calentamiento iniciado con anterioridad), se traduce, en los glaciares, en impresionantes pérdidas de substancia, a juzgar por la evolución en la superficie de sus reducciones recientes.[87]

[85] O también "complejo global de intemperies" (Witterungscharakter, expresión de Hoinkes, 1962 y 1963).

[86] Mitchell, 1963, quien trabaja sobre medio siglo. Se registra una progresión de 1°C en la escala de un siglo, desde 1800-1820 (Haefeli, 1955-1956).

[87] Para obtener una noción general, además de las referencias que siguen, véase también Lliboutry, 1965, pp. 465-466.

Mougin había notado ya, al trabajar en los mapas del estado mayor de 1853, de 1896 y en los catastros de 1885-1910, que de mediados a fines del siglo XIX hubo contracciones masivas: los glaciares de la cuenca del Isere en Tarantaise pasaron de 10 316 ha en 1863 a 8 664 ha en 1899-1910; los de la cuenca del Arc, parcialmente conocidos en nueve valles, pasaron de 10 223 ha a 8 636 ha. Los 195 glaciares del Delfinado y de Provenza (macizo de Galibier, de las Gran-des-Rousses, de Maurienne, de Belledonne, del Mont-de-Lans, del Pelvoux, etc.) pasaron de 18 244 ha a 15 921 ha.[88]

En el siglo XX, los retrocesos de frentes, los estrechamientos de superficie y las disminuciones de espesor alcanzaron porcentajes muy elevados: en el Alto Arc y el Alto Isere, 77 glaciares conocidos mediante los mapas y las fotos aéreas, perdieron 36% de su superficie entre 1900 y 1956.[89] En la cuenca del Romanche (Grandes-Rousses, Oisans, etc.), esta pérdida alcanzó 15% entre 1925-1930 y 1952.[90] En Suiza, las comparaciones entre los mapas de 1860-1890 y los de 1927-1940 indican una regresión de las superficies glaciales, en 60 años, equivalente a toda la superficie del lago de Ginebra: en 1875 los glaciares perdieron, efectivamente, 469 km², o sea 25.3% de su superficie (1 853 km²), lo que equivale a 3.3% del territorio helvético.[91]

En los Alpes orientales (austriacos), 8 glaciares típicos, estudiados con métodos "fotogramétricos", perdieron 17% de su superficie entre 1920 y 1950; simultáneamente, las medias térmicas anuales, en esas mismas regiones, aumentaron 0.5°C.[92] La disminución del *espesor* de esos glaciares alcanzó en promedio 0.60 m por año de 1856 a 1890, 0.30 m de 1890 a 1920 y 0.60 m de 1920 a 1950, o sea, una disminución de 0.49 m por año en 94 años: 50 metros en un siglo.

En Italia, los 192 glaciares del valle de Aosta cubrían 236.91 km² según los mapas de 1884, 221.82 km² según los

88 Mougin, 1925, pp. 199 y 219-220.
89 Vivian, 1960, pp. 313-329.
90 Sitzmann, 1961.
91 Mercanton, 1954, pp. 315-316.
92 Finsterwalder, 1953 y 1954, pp. 306-315.

de 1929, 190.54 km² según los de 1952, o sea una reducción, en dos generaciones, de casi la quinta parte.[93]

De 239 glaciares lombardos estudiados desde el inicio del siglo xx, 66 desaparecieron entre 1905 y 1953. Los sobrevivientes han retrocedido mucho.[94]

Fuera de los Alpes, las estadísticas de este tipo son escasas y, cuando existen, indican porcentajes de regresión similares o aun mayores: algunos glaciares de Columbia Británica han perdido de 1.22 a 2.44 o 3.66 m de espesor por año, entre 1911 y 1947. Uno de ellos cubría 17 210 000 m² en 1860, 14 800 000 en 1928 y únicamente 10 450 000 en 1947, o sea una pérdida de 40% en tres generaciones.[95]

Así, el glaciar ejerce un efecto cada vez mayor. Su "balanza térmica" no es, claro está, una balanza de *precisión*, pero, por lo menos a largo plazo, es una balanza *ultrasensible*, que subraya fuertemente la tendencia climática secular. Las fluctuaciones a largo plazo de la temperatura (1°C en un siglo)[96] son a veces difíciles de evidenciar (por su poca amplitud y los posibles cambios de los instrumentos, lugares, horarios y métodos de observación); se traducen, sin embargo, en la práctica, en las masas glaciales, en estrechamientos de 15% a 30% en las superficies, en retrocesos de los frentes que abandonan, a lo largo de centenas de metros, impresionantes rebordes de morenas. El efecto multiplicador es tal que salta a los ojos de todo el mundo, incluso a los ojos del simple turista que no tiene idea de las fluctuaciones termométricas.

Tenemos aquí, efectivamente, otro dato que el historiador puede aprovechar: las fluctuaciones seculares de gran amplitud de los glaciares son *fácilmente localizables.*

En un siglo, de 1860 a 1960, el frente del mar de Hielo ha retrocedido 1 100 metros en proyección horizontal, según

[93] Vanni, Origlia, de Gemini, 1953, pp. 7 (cuadro I) y 10.

[94] Nageroni, citado por Cailleux, 1955.

[95] Mathews, 1951.

[96] Haefeli, 1955-1956 (serie de Basilea); Mougin, 1912 y 1925, V, pp. 103-105 (serie de Annecy).

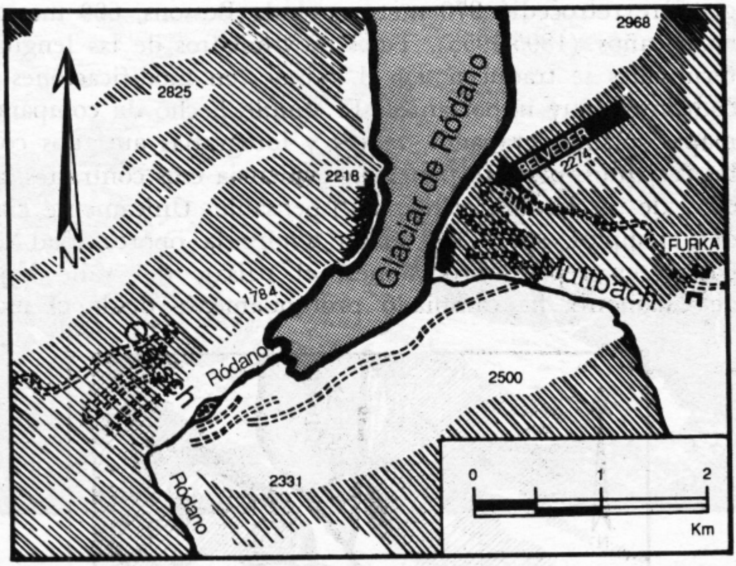


FIGURA III-A. *Este croquis del glaciar del Ródano, en su posición de 1874-1882, está dibujado con base en el "mapa sinóptico" del Rhonegletscher a escala de 1/25 000, elaborado ese año por H. Held. Ese mismo mapa tan exacto fue reproducido por Mercanton, 1916, plano no. 1.*

En ese mapa, el Rhoneglestcher, que forma pecten, *obstruye el Muttbach. Su frente se halla aproximadamente a 800 metros del pueblo de Gletsch.*

La serie de mapas IIIA-IIIK –todos ellos referentes al glaciar del Ródano– debe coincidir con lo que se ilustra en las láminas IX a XII del capítulo IV. En conjunto, mapas y láminas nos presentan una imagen del glaciar del Ródano de 1705 a 1966, la cual se completará al hojear la colección completa de Mercanton, 1916, y visitar el Hotel del Glaciar del Ródano (Gletsch) para ver los grabados de la colección Seiler y, desde luego, de paso el glaciar mismo.

los datos precisos de Mougin, Vallot y Bouvrot,[97] y de la administración Hidráulica y Forestal; el del glaciar de Ar-

[97] Mougin, 1912 (cuadros estadísticos, por glaciares); Bouverot, 1957 (gráficas); Lliboutry, 1965, p. 720; *cf.* también las láminas de esta obra que están fuera de texto.

gentière retrocedió 970 metros; el de Bossons, 600 metros en 60 años (1895-1955). Tales movimientos de las lenguas terminales se traducen, en el paisaje, en modificaciones y contrastes muy importantes. El simple hecho de comparar mapas, planos, grabados, textos y fotografías antiguos con los recientes, permite poner en evidencia esos contrastes, al cabo de un estudio crítico indispensable. Únicamente cito dos ejemplos, sobre los cuales tendré la oportunidad de hablar en repetidas ocasiones: el paisaje del valle bajo de Chamonix ha cambiado profundamente desde el mo-

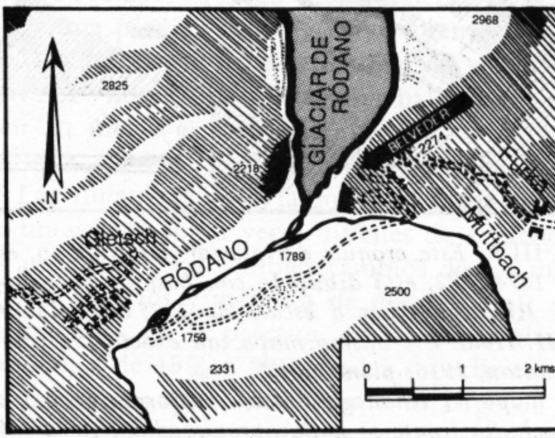


Figura III-B. *Este croquis del glaciar del Ródano, en su posición de 1955, está dibujado con base en el mapa topográfico de Suiza, a escala de 1/50 000 ("Gothard", hoja 500).*

En este mapa, el Rhonegletscher, que retrocedió mucho desde 1874-1882, deja de obstruir el valle de Buttbach. Su punta terminal se encuentra a 1 850 m del pueblo de Gletsch.

mento en que el mar de Hielo, debido a su retroceso en el siglo xx, dejó de ser visible desde la planicie del Arve. Asimismo, el aspecto del pequeño territorio de Gletsch es totalmente diferente desde que el glaciar del Ródano dejó de extender su masa imponente en forma de "concha" o *pecten*: al retroceder más de un kilómetro, se fue a refugiar en las estrechas cañadas río arriba, desde entonces domina-



FIGURA III-C. *El "pecten" del glaciar del Ródano al obstruir* el Muttbach y extenderse en la cañada de Gletsch. (Dibujo de *H. Besson al natural (1777), grabado por Niquet hijo, publicado en Zurlauben, 1780, y reproducido aquí según Mercanton, 1916, Figura 1). El Muttbach es el primer thalweg a la derecha, a 2.5 cm del pie de la imagen.*



FIGURA III-D. *El glaciar del Ródano al extenderse como "pecten" en la cañada de Gletsch y obstruir el Muttbach. (Según una acuarela de Conrad Escher van der Linck, ejecutada en 1794 y reproducida en Mercanton, 1916, final de la obra.)*



FIGURA III-E. *El "pecten" del glaciar del Ródano al obstruir el Muttgach y extenderse en la cañada de Getsch en 1848. En la delantera del glaciar, hacia la izquierda, las morenas concéntricas, recuerdo de los avances glaciales del siglo* XVIII *y de 1820. (Acuarela de H. Hogard ejecutada el 16 de agosto de 1848 y reproducida aquí según Mercanton, 1916, figura 3.)*



FIGURA III-F. *El "pecten" gigante del glaciar del Ródano al obstruir el Muttbach en agosto de 1849. (Daguerrotipo de la época, tomado de Daniel Dallfuss-Ausset" y reproducido aquí según Mercanton, 1916, Figura 4.)*



FIGURA III-G. *El "pecten" del glaciar del Ródano al obstruir el Muttbach y extenderse en la cañada de Gletsch en 1850. (Grabado antiguo, cuyo autor se inspiró probablemente en un "daguerrotipo"; grabado reproducido recientemente por Photo-Édition O. SussliJenny, Thalwill-Zürich.)*

das por el hotel Belvedere.[98] Cuadros y grabados del siglo XVIII y fotografías de 1850, al ser confrontados con la realidad actual, son testimonios de esos contrastes.

El calentamiento secular reciente no sólo tiene influencia sobre los glaciares. También actúa en los océanos: los ha estado entibiando desde 1880, aunque de manera muy desigual.[99] Acrecienta su volumen total, incorporando el agua de fusión que resulta del decrecimiento de los glaciares.

Este primer fenómeno (el calentamiento oceánico) presenta por sí solo un gran interés; pero el historiador del clima no puede centrar sus investigaciones en él (salvo quizá por el estudio delicado de los sitios de pesca): los datos históricos anteriores a 1880 y a las observaciones sistemáticas por parte de las embarcaciones son muy escasos

98 Mercanton, 1916 y figuras IIIA a IIIK y láminas IX a XII.
99 Rodewald, 1963.

respecto a las temperaturas en las zonas marítimas. Se pueden exceptuar algunas zonas muy marginales, Islandia o Groenlandia, en donde la deriva más o menos intensa de los hielos flotantes podrían proporcionar indicaciones antiguas[100] muy difíciles de seriar.[101]

En cuanto al otro movimiento, "eustático" o "glacioeustático", que hace que la elevación del nivel marino corresponda al retroceso glacial, es aparentemente mucho más excitante para la investigación histórica. Cantidad de textos, corroborados por la iconografía o la arqueología, nos hablan de costas sumergidas, de antiguos hábitats litorales desaparecidos bajo el mar e, inversamente, de espectaculares resurgimientos. Las costas armoricanas, desde el Monte Saint-Michel hasta la isla de Ré, y las de Languedoc, desde Aigues-Mortes hasta Pert-Vendres, proporcionan cantidad de datos tradicionales de este tipo.[102] Sería tentador participar como tectónico y eustático y poner esos fenómenos históricos, generalmente bien fechados, en relación con las oscilaciones del nivel marino y con la fusión (o, inversamente, con el incremento) de los glaciares y, en última instancia, con las fluctuaciones del clima.

Pero también en este campo, el historiador debe partir de la situación actual, de la fluctuación eustática reciente, y ver si proporciona modelos válidos y suficientes para investigaciones de un pasado más remoto.

La reciente elevación glacioeustática del nivel marino, climáticamente determinada, se conoce desde hace un siglo, por los datos de los marégrafos distribuidos por todo el mundo: los especialistas la evalúan en 1 a 2 mm por año, 3 mm máximo,[103] o sea 10 a 20 cm en un siglo de fusión

[100] Koch, 1945.
[101] Vebaek, 1962.
[102] Morize, 1914; Derancourt, 1933; Galtier, 1958.
[103] Guilcher, 1956, p. 439; Cailleux, 1952 y 1954; Gutenberg, 1938 y Valentin, 1952, citados por Finsterwalder, 1954; Pfannenstiel, 1954, citado por von Rudloff, 1967, pp. 190 y 342; Lamb, 1966, p. 148. Un buen trabajo (con bibliografía) es el de Fairbridge, 1966, principalmente pp. 479-481: en conjunto, el alza global del nivel marino de 1900 a 1950 tuvo un promedio de 1 mm por año, 50 mm en 50 años (a pesar de las elevaciones momentáneas que pueden alcanzar 5.5 mm por año). Esta elevación corres-



FIGURA III-H. *El glaciar del Ródano en 1870 (foto). El* pecten *que obstruye el Muttbach se encuentra aún allí. En primer plano, a la izquierda, una gran construcción, el Hotel del glaciar del Ródano.*
FUENTE: Mercanton, 1916.

glacial. Este margen, aunque pequeño, es fácil de detectar con los marégrafos, que son instrumentos precisos. Es muy poco para el historiador que trabaja necesariamente con documentos aproximados y anteriores a las observaciones sistemáticas del mar. Las oscilaciones eustáticas y verticales del nivel marino, provocadas a final de cuentas por las mismas causas lejanas, pero cuya medida secular es solamente decimétrica (de 10 a 20 centímetros), se oponen a

ponde a una fusión de los hielos que responde, a su vez, a un alza de aproximadamente 1°C en las temperaturas en esos 50 años. M. Moynihan había hablado ante la OTAN de una elevación previsible del nivel del mar de tres metros entre 1970 y el año 2000. Esa cifra parece exagerada (véase el *N.Y.T.* del 22 de octubre de 1969).

las oscilaciones seculares de las lenguas terminales de los glaciares, oscilaciones cuya amplitud horizontal es kilométrica. En tales condiciones, a propósito de los cambios aparentes de los niveles marinos de antaño, ¿cómo podría el historiador separar lo que depende de los movimientos tectónicos, frecuentemente importantes, y lo que se puede atribuir a las fluctuaciones eustáticas de origen glacioclimático?[104]

Resumamos: las oscilaciones seculares de los glaciares son accesibles, dentro de ciertos límites, para el historiador. En cambio, las oscilaciones marinas glacioeustáticas quedan reservadas al campo de las ciencias tradicionales de la naturaleza y no incumben al historiador de archivos, en la práctica de su oficio, si esa práctica se aplica a la historia del clima.

¿Y la vida? Hasta este momento, sólo he evocado los problemas y los modelos posibles que presenta al historiador la fluctuación climática reciente en sus aspectos *puramente físicos*: medidas de las variables térmicas, incidencias sobre los hielos y sobre los mares. Pero el aspecto de los efectos biológicos de esa fluctuación, y por ende ecológicos y humanos, no puede eludirse, puesto que ahí también pueden encontrarse "modelos" para el estudio de las recurrencias más antiguas.

El calentamiento secular reciente ha determinado seguramente cambios biológicos en las regiones árticas, entibiadas por la nueva disposición del clima y sobre todo por la ola de veranos cálidos. El límite del bosque se ha desplazado hacia el norte, hacia el Gran Norte.[105] En la tundra, la cantidad de insectos y otros invertebrados ha aumentado y superficies anteriormente desnudas han sido cubiertas por la vegetación. "Por lo menos 40 o 50 especies de pájaros y de mamíferos han emigrado a los territorios de Eurasia

[104] Véase el importante artículo de S. Jelgersma, 1966, pp. 54-55, acerca del carácter sumamente controvertido de las causas del cambio de nivel marino y de su amplitud.

[105] Landsberg, 1958.

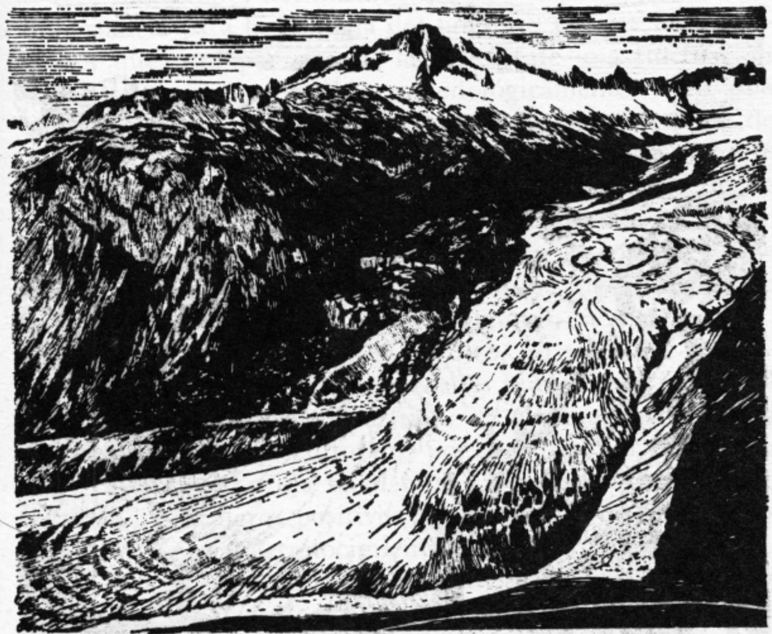


FIGURA III-I. Año de 1874: *el* pecten *del glaciar del Ródano inició su profundo retroceso; se aplastó, pero aún subsiste. (Vista tomada del costado izquierdo del valle del Ródano; fotografía de 1874 reproducida aquí según Mercanton, 1916, Figura 5.)*

situados al norte del bosque tundra en el último medio siglo."[106]

Desde este punto de vista, las migraciones de los pájaros se han estudiado particularmente:[107] gracias a las primaveras y a los veranos cálidos de las últimas décadas, la curruca (ruiseñor bastardo brillante, *Phylloscopus trachiloides viridanus*) se ha establecido y propagado en Finlandia. El tordo

106 Uspenskii, 1963, según M. G. A., 1964.
107 Dorst, 1956, pp. 375-376.



FIGURA III-J. *Fotografía de 1899 tomada de las vertientes de Längistgrat, en la orilla izquierda. El glaciar del Ródano ha retrocedido de manera espectacular. Aún cubre su barrera (rocosa como una lengua espesa; pero, por primera vez en la historia de su iconografía, tan abundante desde 1705, ha dejado de obstruir el Muttbach; ya no se extiende como* pecten *en la cañada de Gletsch. (Reproducción tomada de Mercanton, 1916, Figura 6.)*

(*turdus pilaris*) anida regularmente en la parte meridional de Groenlandia desde 1937.

Las migraciones del mismo tipo de los peces tienen otra importancia para la ecología del hombre; pedir a las migraciones que sean por sí solas la prueba de una fluctuación climática sería poco válido metodológicamente. Pero una vez explorada y reconocida esta fluctuación, después de 1850, los desplazamientos de la fauna marina hacia el norte pueden tener una significación climática: es el caso de las migraciones del bacalao y de los animales de plancton, al abandonar Terranova para dirigirse a la costa oeste de Groenlandia a finales del siglo XIX; en ese lugar se llevaron a cabo pescas milagrosas durante algunos años.[108]

Pero el hombre, aun si es nórdico, no sólo vive de pescado. El historiador de las sociedades humanas se interesará primero por los efectos que tiene la fluctuación climática reciente sobre la agricultura y, por ejemplo, por los efectos sobre el trigo. ¿La ola secular de calentamiento ha tenido resultados cerealeros positivos y susceptibles de ser un modelo válido para el conocimiento de épocas anteriores?

En la Europa nórdica, es bastante probable. El trigo se encuentra allí tocando su límite norte de cultivo. Las necesidades de luz y calor no están íntegramente satisfechas durante todo el año; en cambio, sí lo están en el clima francés y, sobre todo, en el clima mediterráneo. La temperatura es, pues, en Suecia y Finlandia, el parámetro marginal del que dependen en buena parte ciertas fluctuaciones en las cosechas. Wallen y sobre todo Hustich han intentado demostrarlo.[109] Haciendo abstracción de las mejoras en la técnica agrícola, el calentamiento progresivo de la estación vegetativa (primavera-verano), en el siglo XX, podría determinar en esos países el aumento correlativo del rendimiento del centeno y del trigo candeal. La concordancia de las curvas térmicas y cerealeras puede parecer satisfactoria y significativa. Los años 1930, particularmente, y la década de los veranos cálidos, dieron a los países nórdicos soberbias cosechas.

108 Tricart, 1958; Le Danois, 1938 y 1950; Lliboutry, 1965, p. 825.
109 Wallen, 1920; Hustich, 1949 y 1950-1951.

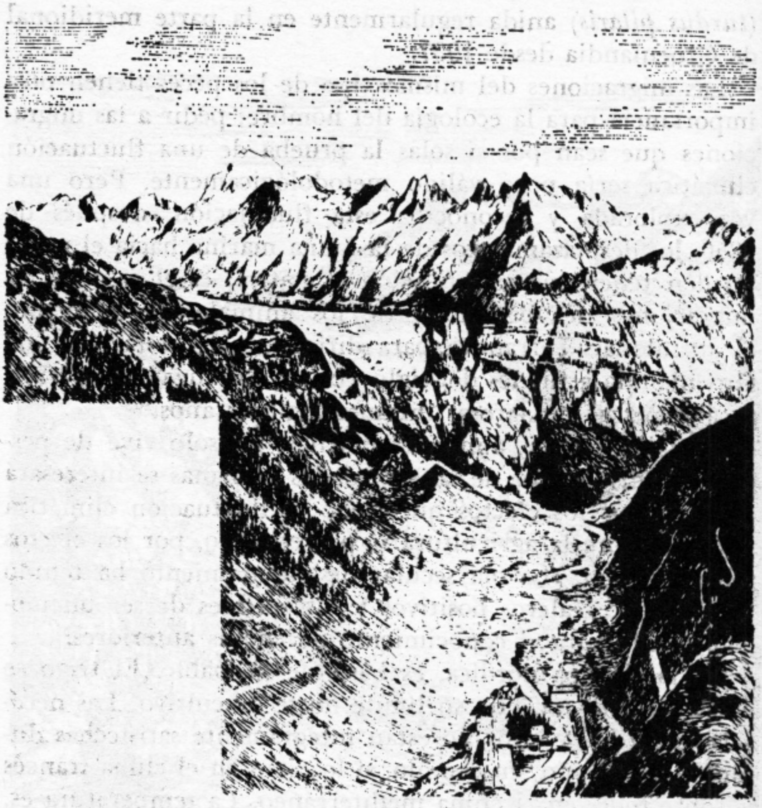


FIGURA III-K. El glaciar del Ródano en los años 1950. *Nótese (en comparación con las imágenes anteriores y particularmente con la fotografía de 1870) la liquidación total del* pecten *y la subida del glaciar que, a partir de entonces, se encuentra trepado en medio de su barrera rocosa. Este proceso se acentuó aún más en 1966 (cf. lámina XII).*

(Dibujo según una foto de Jules Geiger, Photohaus Films-Waldhaus.)

Pero Suecia y Finlandia sólo son regiones absolutamente secundarias en la producción europea de granos. En Inglaterra y en la región no mediterránea de Francia, el factor limitante del rendimiento del trigo es el exceso de lluvia, más que la temperatura deficiente. Los parámetros térmi-

cos, principales responsables de la fluctuación secular reciente, tienen poca influencia en las reservas de trigo de los grandes países occidentales.

En Inglaterra, por ejemplo, ni el suavizamiento de los inviernos ni el calentamiento de los veranos tuvieron gran incidencia en el rendimiento de los cereales: ésta es la conclusión de un escrupuloso estudio de L. P. Smith[110] que ofrece abundantes datos estadísticos y gráficos sobre el pasado meteorológico de la agricultura.

A partir de este ejemplar trabajo de Smith y de algunos otros,[111] podemos hacer afirmaciones más generales: en el corto plazo (o relativamente corto en la escala intradecenal, decenal y, en ciertos casos, interdecenal), la historia agrícola es vulnerable a los caprichos meteorológicos, factores de malas cosechas y, antaño, de crisis de subsistencia. Pero a largo plazo es diferente: las consecuencias humanas parecen poco importantes, quizá desdeñables, en todo caso difíciles de descubrir. ¿Acaso la historia de los hombres, por lo menos en nuestros países, representa una especie de sector protegido en relación con el clima?

La reducción de las lluvias y la tendencia a la aridez que se perfilan en el siglo xx en los países subtropicales, pueden haber tenido consecuencias negativas sobre las cosechas locales aunadas al calentamiento contemporáneo. Pero los estudios publicados hasta ahora no han sacado a la luz esas consecuencias: las grandes crisis de hambre indias (1966) pueden inscribirse únicamente en el corto plazo o, por el contrario, provenir de la tendencia climática actual. La cuestión no está resuelta.[112]

Conclusión sobre este punto de ecología contemporánea: una revisión rápida de los resultados obtenidos por los climatólogos refuerza la posición de prudencia que se afirmó desde el primer capítulo de este libro. Propuse desde el

110 Smith, 1963.

111 Slicher van Bath, 1965, pp. 10-11.

112 Sólo considero tal o cual hambruna india bajo el aspecto climático, determinado por el monzón. En el aspecto humano, la hambruna india se explica naturalmente por razones bien diferentes.

principio que, contrariamente a opiniones y prácticas admitidas,[113] el historiador debía ante todo reunir datos documentales sobre los fenómenos naturales, sobre el pasado puramente físico del clima (parámetros térmicos y pluviométricos, observaciones fenológicas y glaciales, etc.). El estudio de las consecuencias humanas debía intervenir solamente como una segunda fase de la investigación, fase que sería, cronológica y metodológicamente, por completo distinta a la primera y de ninguna manera indispensable.[114]

Los datos sobre la fluctuación climática reciente, oscilación modelo, confirman totalmente la necesidad de ser prudentes en este procedimiento. En efecto, la amplia fluctuación se conoce ya físicamente hasta el mínimo detalle; se ha medido según sus principales parámetros; se ha fechado, pasado, repertoriado y cartografiado mundialmente. Y, sin embargo, no se ha llegado, aun después de medio siglo de trabajos, a obtener una visión clara de su incidencia humana —agrícola, económica, epidemiológica, etc.— excepto en algunas actividades muy precisas (la pesca) o en algunas regiones muy periféricas (Suecia, Finlandia y quizá Groenlandia). Si es difícil pasar de lo físico a lo humano en el siglo XX, cuando abundan series documentales de todos tipos, agrícolas y demás, cuánto más difícil y peligroso sería para el historiador del siglo XII o del siglo XVII: antiguo régimen historiográfico en el que las fluctuaciones seculares en cuestión, ya sean climáticas o agrícolas, meteorológicas o ecológicas, físicas o humanas, se conocen solamente de manera aproximada.

En otras palabras, la investigación de los datos históricos sobre el clima, en los períodos obscuros anteriores a la observación sistemática, es legítima y fecunda. Y esta investigación —principalmente en la escala secular, la más apasionante y la menos conocida— es el principal objetivo de este libro. Pero, por ahora, parece prematuro desear una síntesis

[113] *Supra*, cap. I.

[114] Que el hombre no sea necesariamente el objeto de estudio del historiador es, indirectamente al menos, lo que también resalta en los análisis generales de M. Foucault, 1966, p. 398 y *passim*.

de historia económica o agrícola, ya que la oscilación secular reciente ofrece admirables *modelos* meteorológicos, climatológicos y glaciológicos al historiador, pero aún no le proporciona buenos modelos ecológicos bien elaborados.

Llegados a este punto, se plantea una pregunta: ¿el modelo (físico) del siglo xx es el único válido?, ¿el único que el historiador puede proyectar sobre los siglos transcurridos, sobre los dos milenios anteriores, para determinar si se encuentran ahí fenómenos del mismo orden de magnitud, análogos o inversos? ¿No hubo, durante el período histórico —al lado de fluctuaciones comparables—, fluctuaciones climáticas mucho más amplias que ésta, desnivelaciones seculares de temperatura evidentemente más fuertes que en el siglo xx: en tal o cual período de la Antigüedad, de la Edad Media o de los tiempos modernos? ¿Y, ante todo, existe un modelo *real* que sea válido y creíble para ese tipo hipotético de fluctuaciones más amplias?

Es obvio que descarto la posibilidad de diferencias climáticas mayores que alcancen o rebasen los 4 o 5°C de promedio mensual o anual, en relación con nuestra época. 5°C es la diferencia que separa nuestros climas actuales[115] de los climas correspondientes al final del Würm, o fase "tardiglacial" (9 000 años antes de nuestra era). En los dos episodios más fríos del Würm, que se remontan a 55 000 y 15 000/20 000 años antes de la época presente, las diferencias pudieron haber sido mayores y alcanzar 10°C menos[116] en comparación con nuestras medias contemporáneas.

No existe ninguna posibilidad de encontrar tales diferencias (4 o 5°C) como variaciones térmicas de larga duración durante el período que cuenta con documentos históricos (aun cuando diferencias similares se hayan producido efectivamente en años excepcionales).

Sin embargo, se podrían contemplar amplias diferencias con respecto al período histórico, aunque menos marcadas,

115 Acerca de todo este párrafo: Flint y Brandtner, 1961, p. 458; Manley, 1965, p. 365; Godwin, 1956, p. 306; Corbel, 1962, p. 206, y 1959, p. 173; Leroi-Gourhan (A.), 1959.

116 Lamb, 1966, pp. 52-53, 144, 172.

que no alcanzan los 4 o 5°C (y que existen entre el Würm y la época actual); pero sí superiores a 1°C (siendo ésta la diferencia típica característica de la fluctuación secular reciente, la del siglo xx).

La prehistoria ofrece un modelo válido: el óptimo climático, o *Wärmezeit*, que los palinólogos y los geólogos llaman también fase "atlántica" o "hipsitermal".

Conviene recordar brevemente las principales características de esa fase, primeramente por su valor de ejemplo y de modelo y en segundo lugar porque el óptimo, en su desenlace, se incluye directamente en la época histórica, en la Antigüedad bárbara y clásica. El óptimo *introduce* la historia climática propiamente dicha, así como la fluctuación secular reciente la *concluye*.

La existencia de la *Wärmezeit*[117] se ha señalado desde hace tiempo: anteriormente al análisis polínico, dos botánicos, Blytt y Sernander, habían descubierto una serie de períodos relativamente cálidos (períodos *boreal, atlántico* y *subboreal*), en la estratigrafía de los depósitos lacustres y turbosos; dichos períodos se intercalan como "sandwich" entre la desglaciación postwürmiana (llamada por ellos período "*preboreal*") y el clima más bien frío de la época reciente ("subatlántica"). Los estudios polínicos de von Post[118] confirmaron este primer esquema: en Suecia del sur y en toda Europa del noroeste, una fase botánica tibia con bosques mixtos de encino, nogal, abedul y tilo había precedido al bosque histórico reciente con predominio de pino, abedul, haya, roble y abeto.

Von Post proponía un esquema ternario de la época posglacial:

1. anterior al período tibio,

2. período tibio o mediocrático,

3. implantación de los bosques contemporáneos, necesitados de frescura (período terminocrático).[119]

117 Lo que sigue, según Godwin, 1956, p. 27 *ss.*
118 Von Post, 1946.
119 Godwin, 1966, p. 5.

Esta división y el contraste entre la fase 2 y la fase 3 han sido corroborados varias veces desde entonces. Eso no impide que los polinólogos que realizan la investigación reciente sobre esos problemas se muestren algo prudentes. Los factores que resaltan del cambio climático propiamente dicho, se mezclan inextricablemente, en los últimos milenios antes de Cristo, con variables puramente humanas, relacionadas con cada vez mayores superficies taladas por los agricultores neolíticos.[120] Sin embargo, algunos hechos revelan, de manera irrefutable, una acción particular por parte del clima, recalentado durante el óptimo y luego enfriado: así, en Suecia, durante la fase atlántica, el nogal[121] se extendió al mismo tiempo que otras plantas hasta 64° N de latitud; mientras que, en la época reciente, no va más allá de 60° N. Según Andersson, esto significa temperaturas estivales de más de 2.5°C por encima de las medias anuales. Existen otros datos relativos a la fauna, a los pólenes fósiles, a la geomorfología: por ejemplo, la expansión de la tortuga de los pantanos (*Emys orbicularis*) y de algunas plantas como *Hedera, Viscum* e *Ilex*; o la formación de sedimentos ávidos de calor, en las áreas kársticas de Europa central.[122]

Entre estos hechos, los que conciernen a animales y vegetales de la época óptima indicarían, en el caso de Dinamarca, temperaturas invernales apenas más elevadas que las de hoy en día (+0.5°C), pero temperaturas estivales 2°C superiores a las de la época actual. Los trabajos de Iversen han confirmado las primeras intuiciones de Andersson en este sentido. Según Godwin, quien midió la expansión de plantas termófilas como la *Najas marina*, el calor máximo se situaría en la fase atlántica entre 5 000 y 3 000 antes de nuestra era;[123] más precisamente, de acuerdo con los fechados recientes con carbono 14, entre 5 475 ± 350 años antes de Cristo y 2 975 ± 224 años antes de Cristo.[124] Por

120 *Id. Ibid.*, p. 7. *Cf.* también, acerca de la cronología del abedul en Europa del norte, la crítica de Raikes, 1967, pp. 55 y 98.

121 Godwin, 1956, p. 28 y mapa de Andersson, en Godwin, 1956, p. 39.

122 Godwin, 1956, pp. 28 y 38; Starkel, 1966, p. 260.

123 *Ibid.*, pp. 28, 62, 97-98, 239-242 y 330.

124 Godwin, Walker y Willis, 1957; *cf.* también el cuadro de Rubin, 1963,

último, una precisión decisiva llegó de los Alpes del Tirol, donde la conjunción de un yacimiento de turba y de un glaciar permite recortes excepcionales y precisos:[125] el cuarto milenio antes de nuestra era (entre –4 000 y –3 000 a.c.) aparece como un milenio soleado por excelencia con vegetación "óptima" y glaciares muy reducidos.[126] Debemos recordar que durante todo ese milenio, a partir de 4 200-4 000 a.c. (fechado con carbono 14), se implantó en Europa occidental la agricultura primitiva de los campinienses y danubienses en la región de Magdeburgo-Colonia-Lieja:[127] los cereales originales, llegados en varias etapas desde el cálido y árido Medio Oriente, encontraron pues, momentáneamente, condiciones heliotérmicas muy estimulantes.

En el caso particular de Francia, asistimos al triunfo del bosque mixto de tilo y de abedul en esa fase atlántica u "óptima". Incluso el encino verde, esa planta meridional por excelencia, se implanta ampliamente hasta Normandía; no desaparecerá de ahí sino hasta el momento de la fase subatlántica, bajo la decidida ofensiva del haya. ¿Los primeros taladores normandos, cuyas huellas se encuentran en Gathemo, se beneficiaron también en sus cultivos itinerantes de esas condiciones "favorables" (favorables para el trigo) del cuarto milenio antes de Cristo? Es muy posible y la pregunta merece por lo menos ser planteada, luego de los hermosos trabajos de Elhai.[128]

Aún más que su hermana menor (es decir, que la fluctuación óptima y secular de 1850-1950), la fluctuación mi-

p. 227, que da una cronología válida respecto a Holanda, Alemania e Inglaterra. Page (1966, pp. 694-697) muestra que quizá desde 3000 a.c. y seguramente 2600 a.c. los glaciares progresan nuevamente en Noruega.

[125] Mayr, 1964, pp. 281 y 384, cuadros 4 y 6, y t. II, gráfica XVIII.

[126] El estudio reciente de Nichols, 1969, confirma esta cronología con respecto a América del norte. Más generalmente, Mercer, 1967, pp. 528-533 (texto y bibliografía importante), muestra que el óptimo "hipsitermal" fue interrumpido efectivamente hacia 2600-3000 a.c. (o sea desde hace 4600-5000 años) por una fase de enfriamiento que se señala por los avances glaciares, fechados con carbono 14, un poco en todas partes (Suiza, Alaska, Rocallosas, Andes). Esa cronología coincide con el final del "milenio soleado" (que se extiende de 4000 a.c a 3000 a.c.).

[127] Demougeot, 1965, p. 4.

[128] Elhai, 1963, pp. 229-231.

lenaria o intermilenaria del "óptimo" neolítico posee en cierta medida un carácter mundial[129] o, por lo menos, intercontinental. Se detectó en los diagramas polínicos de América del Norte (Maine, Michigan, Terranova, Labrador y Alaska), sin que se pudiera incriminar en absoluto la influencia perturbadora de los primeros taladores sobre las colonias forestales —como podría hacerse en Europa siendo hipercrítico—. En Maine (Estados Unidos), por ejemplo, un encinar mixto precedió al actual bosque de hayas y abetos; y el paralelismo cronológico es total en Irlanda, en la zona climática correspondiente de Europa. En los sedimentos lacustres de Minnesota, de cuyos pólenes habla H. E. Wright, el progreso del encino y del pino, y el retroceso de otras coníferas indican que el período comprendido entre 6 000 y 2 000 a.c., tuvo un clima más caluroso (de 1 a 2°C) y un poco más seco que durante el presente milenio. En Alaska, numerosos fechamientos practicados con radiocarbono muestran que los glaciares eran más pequeños que ahora entre 7 100 y 2 200 a.c.: los paleosoles y las colonias forestales en vigor en ese entonces sugieren que en Alaska reinaba un clima 1°C, o más, superior en calidez al de los tres últimos milenios.[130] En Asia central y septentrional, se señala asimismo la existencia concomitante de una fase calurosa: bosques (certificados por los yacimientos de turba) en la tundra contemporánea, estepas exuberantes en el Tíbet, etcétera.

Notemos, sin embargo, que respecto al óptimo, cometeríamos un error si pretendiéramos que a la fase *calurosa* (esencialmente en las latitudes templadas) correspondiera una fase necesariamente *superárida* en las latitudes desérticas y subtropicales. Al contrario, las investigaciones de K. W. Butzer,[131] en extremo perfeccionadas, sobre el Sahara, tienden a mostrar que una inclinación ligeramente más húmeda que la de épocas posteriores prevaleció en ciertas zonas del

[129] *Cf.* una vez más los comentarios restrictivos de Raikes, 1967.

[130] Goldthwait, 1966, pp. 40-53; y sobre todo Heusser, 1966, p. 138 (curva reconstituida de las temperaturas de Chile, Colombia y Alaska durante los últimos 16 000 años). Sobre los lagos de Minnesota, véase Wright, 1966.

[131] Butzer, 1966, pp. 72-83.

gran desierto africano, entre 5 000 y 2 300 a.c., es decir, en la misma época en que reinaba en Europa el hipsitermal.

Sea como sea, los estudios palinológicos[132] diagnosticaron también el óptimo o momento "hipsitermal" (terminología de R. F. Flint), en las latitudes ecuatoriales, gracias a los sedimentos estratificados de un lago situado a 2 600 m de altitud cerca de Bogotá, Colombia,[133] no así en Nueva Zelanda, como se había pensado en un principio.[134]

La más vasta generalización, irrefutable, la proporcionan los datos oceánicos: el origen de éstos se encuentra en los trabajos de C. Urey, C. Emiliani[135] y J. Wiseman, acerca de las proporciones cambiantes de los diversos isótopos del oxígeno contenidos en los depósitos masivos de carbonatos de calcio, y principalmente en las conchas de las foraminíferas. Esas proporciones varían con las temperaturas; disponemos pues de un "termómetro geológico" que indica la temperatura superficial del mar en el lugar y la época en que vivieron y se desarrollaron las conchas. En tales condiciones, la "extracción" de depósitos submarinos permite realizar sondeos térmicos cuya estratigrafía abarca millones de años.

No debo exponer en este libro lo que el conocimiento de las épocas glaciales y del cuaternario debe a Emiliani[136] y a Wiseman; sólo esto: al final de las curvas (constituidas por estos autores gracias a series de "extracciones" atlánticas), luego de los intensos fríos del último período glacial (Würm), un máximo térmico culmina notablemente hacia 3 000 a.c., y ese máximo va seguido muy de cerca por una rápida agravación climática. Agravación definitiva (hasta nuestros días); las temperaturas oceánicas, ciertamente más estables que las de los continentes, han bajado 1°C desde

[132] Con respecto a todo el párrafo que sigue, acerca de los aspectos geográficos universales, comunes a los continentes y océanos, *cf.*, además de algunas referencias a pie de página, las referencias reunidas en el anexo 3.

[133] *Cf.* también, acerca del óptimo en los Andes (además de las referencias del anexo 3), Godwin, 1966, p. 7.

[134] *Cf.*, acerca de esto, el estudio crítico de Walker, 1966.

[135] Emiliani, 1961.

[136] Acerca de las conclusiones de Emiliani, véase la exposición crítica de Eriksson, 1968, pp. 68-91.

su momento máximo registrado hace 5 000 años.[137] Notemos, sin embargo, que ese enfriamiento final tiene también, aun en el seno del océano, sus "dientes de sierra": efectivamente, una hermosa fluctuación cálida, proveniente del Atlántico, se destaca en plena Edad Media (siglo XII), en el diagrama de Wiseman.[138] Corresponde al "pequeño óptimo" posterior al año 1000 definido por H. H. Lamb en una obra reciente (1966).

Historiadores, prehistoriadores, especialistas en protohistoria, geólogos y geomorfólogos, climatólogos, etc., tienen seguramente mucho material acerca de esos dos episodios esenciales que son, por una parte, el gran óptimo de la prehistoria y, por otra parte, la recesión térmica, el "deterioro" subatlántico que lo siguió en la edad de hierro.

Respecto a esto último, podemos citar los trabajos de B. Frenzel y de Emilienne Demougeot.[139]

Frenzel, en un artículo substancial que hace el balance de los estudios sobre polen realizados sobre todo en Europa, describe el deterioro subatlántico: luego de la transición "subboreal" (tercero y sobre todo segundo milenio a.c.), dicho deterioro entierra definitivamente los fastos calores del óptimo "atlántico" (cuarto y quinto milenios a.c.). Según Frenzel, el subatlántico combina dos fenómenos, ligados entre sí, cuyo surgimiento se percibe a partir de 1 500 a.c. y sobre todo a partir de 900-700 a.c.; por una parte, y esto es esencial, hay descenso en las temperaturas medias de invierno y de verano durante ese último milenio antes de Cristo; por otra parte, se percibe, en mucho menor grado, y también a partir del año 1000 a.c., aproximadamente, un aumento en la pluviosidad durante la estación de germinación. Sin embargo, los cambios son lentos, de poca amplitud, y siempre susceptibles a las oscilaciones más breves en sentido inverso.[140]

[137] *Ibid.*

[138] Wiseman, 1966. Sin embargo, señalemos que este autor se niega a indicar las *cifras* absolutas de temperatura que se refieren a las *tendencias* de las fluctuaciones térmicas, positivas o negativas, que descubre gracias a sus métodos (*ibid.*, p. 98).

[139] Frenzel, 1966; Demougeot, 1965.

[140] Frenzel, 1966, pp. 99-123; para conocer comparaciones con el enfria-

E. Demougeot partió, a su vez, de hechos climáticos ya sólidamente establecidos (se pueden cuestionar modalidades de las fases atlántica y subatlántica, mas no su existencia). Pasó directamente a la segunda etapa de la investigación, la evidenciación hipotética de los efectos humanos: según su artículo, prudente y brillante, el "deterioro" subatlántico, en el primer milenio antes de nuestra era, pudo contribuir a determinar algunos grandes acontecimientos de protohistoria como la desaparición, hacia 500-400 a.c., de la "próspera edad de bronce nórdica" y el inicio, hacia el sureste europeo, de las primeras invasiones germánicas, de los bastarnes y de los skires, desde sus bases en el sur de Suecia y en el Báltico.

Conclusiones sugestivas que se vieron respaldadas recientemente[141] por la crónica glacial del Tirol (la ola de frío hacia 450 a.c., comprobada a la vez por el avance glacial y por los pólenes); pero no son más que hipótesis, según la opinión del propio autor. Hagamos una comparación: ¿quién pensaría en relacionar, como causa y efecto, la oscilación fría europea de 1590-1650 (bien probada por la historia glacial), con las expediciones hacia el sur del sueco Gustavo Adolfo? (A decir verdad, en este caso, se trata simplemente de una incursión militar y no de una enjambrazón de pueblos.)

Las conclusiones de Demougeot interesan a prehistoriadores y a protohistoriadores. El historiador de los climas, ya sea medievalista o moderno, ve desde un punto de vista diferente los contrastes que oponen la fase óptima a la fase subatlántica. Para ese investigador, lo esencial es que entre la *Wärnezeit* y el siglo xx, entre 3000-4000 a.c. y 1980 d.c., ya existe un parámetro fijo para las fluctuaciones climáti-

miento subatlántico del Nuevo Mundo, *cf.*, por ejemplo, en lo que se refiere a Alaska, Heusser, 1966, pp. 128-129, 131-132 y 137; *cf.* también, acerca de los matices que diferencian entre ellos a los períodos cálidos (*atlántico* y *subboreal*) y acerca de la complejidad de la misma fase subatlántica (mucho menos "de una pieza" como se creía anteriormente), Lamb, 1966, pp. 172-173.

141 Mayr, 1964 (final del artículo).

cas y para las oscilaciones que toda investigación espera encontrar.

En resumen, desde hace tres mil años (desde 1000 a.c.), desde el principio propiamente dicho de la recesión térmica subatlántica, ha habido naturalmente muchas altas y bajas en la temperatura, variables en amplitud y en duración; ha habido muchos enfriamientos y muchos calentamientos seculares (la aptitud climática para fluctuar no es un privilegio del siglo xx). No obstante, ninguna de esas modificaciones menores ha sido capaz de afectar de manera durable ni profunda los diagramas polínicos; no ha sido capaz de hacer retroceder el bosque de hayas; de hacer regresar el nogal a Suecia ni el encino verde a Normandía. Limitándome al terreno privilegiado de las investigaciones, es decir Europa, las condiciones térmicas[142] que prevalecieron durante el óptimo atlántico (temperaturas anuales 2°C[143] más elevadas que las de hoy en día, debido a las temperaturas estivales regularmente superiores), no se han vuelto a encontrar en los tres milenios posteriores, hasta el siglo xx inclusive. O bien, si se han encontrado (por ejemplo durante el "pequeño óptimo" de los siglos XI-XII), ha sido durante un lapso demasiado breve para que las colonias forestales varíen y para que regresen a su composición florística del período óptimo.[144] No cabe duda de que cierto número de veranos, incluso grupos de veranos tomados individualmente, llegaron sin dificultad al nivel térmico promedio que prevaleció de manera casi constante durante el óptimo (2°C por encima de la normal): así ocurre, en Francia, con los veranos calurosos de 1945, 1947 y 1959. Pero esas medias elevadas nunca fueron *sostenidas,* aun en nuestra época de calentamiento relativo, durante toda una década. En Inglaterra,[145] por ejemplo, la década *estival* más calurosa (1772-1781) del

[142] Lamb, 1963, pp. 127 y 1965. (*Cf.* en ese artículo, p. 30, el notable mapa sobre la distribución del viñedo inglés entre 1000 y 1300.)

[143] *Cf.* el balance de conjunto de Charlesworth, 1957, II, p. 1493.

[144] Godwin, 1966, p. 8; Lamb, 1966, p. 168, en una importante nota bibliográfica, concluye que los muchos autores que han estudiado el óptimo "obtienen una cifra de aproximadamente 2°C por debajo de los niveles actuales de la temperatura media del aire, sobre todo en Europa".

[145] Manley, 1951.

período sistemáticamente estudiado se sitúa únicamente 1.40°C por encima de la "normal" de 1901-1930. Una década relativamente cálida (1940-1949) se sitúa únicamente 0.73°C por encima de esa misma normal. Mientras, el óptimo inglés sobrepasaría a la normal de 1901-1930 por 1.95°C.

Décadas estivales más cálidas y más frescas

(medias decenales de las temperaturas de junio-julio-agosto, en °C)

	Lancashire	*Holanda (Utrecht)*
Normal (1901-1930)	14.44°	15.78°
Década cálida (1772-1781)	15.84°	17.06°
Década fresca (1809-1818)	14.06°	15.61°
Óptimo climático	16.39°	17.78°
Década relativamente cálida (1940-1949)	15.16°	16.56°
Década relativamente fresca (1881-1890)	14.29°	15.78°

Con mayor razón, si consideramos épocas más largas y menos exiguas que la década. Según Gordon Manley, quien conformó dos siglos y medio de datos termométricos relativos a Gran Bretaña, la diferencia observada en promedios anuales, entre los períodos más frescos y los períodos recientes más calurosos, alcanzaría 1.6°C en períodos de 10 años, 0.7°C en períodos de 40 años y 0.4°C en períodos de 80 años o casi seculares.[146] Tales diferencias definen el "orden de magnitud de las variaciones recientes del clima inglés". Son incompatibles, al parecer, con la reviviscencia de una vegetación espontánea de tipo óptimo (que exigiría

[146] Manley, 1965.

desviaciones térmicas positivas y duraderas de mayor amplitud).

En todo caso, gracias a Gordon Manley, tenemos ese tipo de diferencias modestas que el historiador del clima debe considerar verosímiles[147] en cuanto a las fluctuaciones registradas en los dos o tres últimos milenios (estos tres milenios se confunden con la época subatlántica, que es también la única época histórica a la que tiene acceso el historiador de archivos y de textos).

Ahora, ya tenemos definidos, conforme a modelos recientes, los objetos —no los únicos, pero sí los más seguros— de nuestra investigación histórico climática.

147 El carácter extremadamente oceánico del clima inglés pudo atenuar esas diferencias, que son quizá más elevadas en un clima más continental.

IV. LOS PROBLEMAS DE LA "PEQUEÑA EDAD GLACIAL"

Esos objetos seguros hay que encontrarlos de una vez por todas, hay que descubrirlos en la realidad, con un objetivo limitado, claro está. No se trata de llegar de golpe al nivel sinóptico, a las síntesis mundiales a las que llegan ya fácilmente los especialistas de las fluctuaciones climáticas[1] relativas a los siglos XIX y XX. De manera más modesta, intentaré construir algunas secuencias monográficas sólidas, representativas del movimiento de larga duración, en una región determinada y provista de numerosos archivos.

Una última pregunta en la que hay prejuicios: ¿Cómo esperar diagnosticar, antes de los termómetros, oscilaciones seculares medias, inferiores o, cuando mucho, iguales a 1°C? El acercamiento, en tales condiciones, no puede ser más que indirecto y deberán utilizarse, en un principio, esos aparatos desgraciadamente aproximativos, pero de gran alcance, en cuanto a lo secular, que son los glaciares. Los modelos glaciológicos lo han demostrado: no existe mejor introducción a nuestra investigación (una investigación muy vasta, muy lejos de ser incluida totalmente en este pequeño libro) que una historia bien detallada, *textos en mano*, de los glaciares de Europa y, especialmente, de los glaciares alpinos; el capítulo que iniciamos no será más que un largo comentario de archivos y de imágenes antiguas referentes a los glaciares de los Alpes.

Un comentario sin piedad: demasiados "historiadores" de los glaciares, hasta ahora, se han copiado unos a otros. Un comentario minucioso: el estudio crítico, el retorno a las fuentes se impondrán a cada paso. Un comentario "interdisciplinario" también: la referencia a textos, como lo exige el oficio de historiador, se reforzará sin cesar, completada con las certezas anteriores o exteriores que han adquirido los glaciólogos en este campo.

1 Pédelaborde, 1957; Dzerzeevskii, 1963; Lliboutry, 1965 (2º vol.).

El primer texto realmente revelador[2] es de 1546. En ese año, Sebastien Münster, "cosmógrafo" de oficio, da una visión exacta de un glaciar alpino. Hecho curioso: su descripción ha sido ignorada hasta ahora por los especialistas más experimentados como Kinzl, Richter, Mercanton, Lutschg, Mougin y Mayr. ¿Qué dice?

El 4 de agosto de 1546, Sebastien Münster emprendió la marcha desde el valle del Ródano, al Valais; decidió pasar ese mismo día el cuello de la Furka para llegar al Saint-Gothard, pues quería también "explorar sus dificultades". Avanzando a caballo sobre la orilla *derecha* del Ródano, se vio obligado a atravesarlo para llegar a la orilla izquierda, donde empezaban las vertientes hacia la Furka. Pero no pudo atravesarlo antes de llegar a su nacimiento y entonces se topó con el glaciar. A continuación, aparece su propio texto, traducido del latín:

> El 4 de agosto de 1546... me dirigía a caballo hacia la Furka y llegué hasta una inmensa masa de hielo (*veni ad immensam molem glaciei*), cuyo espesor, según pensé, era de dos a tres picas* militares, cuya amplitud equivalía en realidad al alcance de un arco potente; en longitud, se extendía indefinidamente hacia lo alto de manera que no podía verse el final. Ofrecía un espectáculo terrorífico a todo aquel que lo veía. Se habían desprendido de esa masa dos o tres trozos del tamaño de una casa, lo que aumentaba aun más la impresión de horror. Manaba también de él un agua blanquecina (*Procedebat et aqua canens*), que arrastraba consigo múltiples partículas de hielo, de manera que no podía atravesarse a caballo sin correr peligro.

(El texto de la edición alemana publicado en 1567 es más preciso: "También manaba de él un riachuelo, combinación de agua y hielo, *que no hubiese podido atravesar nunca con mi caballo sin la ayuda de un puente*.") Y Münster concluye: "Ese río marca el nacimiento, el origen del Ródano."

2 Acerca de este texto, véanse las referencias y citas en lengua original (latín y alemán) en el anexo 4.

* Ver más adelante.

Texto encantador . . . y bastante preciso; el glaciar, muy cercano al lugar al que se *puede llegar a caballo*, era una masa de hielo imponente cuyo frente tenía de 10 a 15 m de altura: la pica militar[3] suiza —*spiess* o *phalanga* en los textos en alemán o latín de Münster— mide efectivamente de 4.60 m a 5 m.

La masa frontal, por otra parte, tenía por lo menos 200 m de ancho, o quizá más, ya que no se puede estimar menor el "alcance de un arco potente", en el país de Guillermo Tell y en el siglo XVI. Esa masa estaba precedida por grandes *seracs.** Al parecer, existía un puente a poca distancia hacia abajo —ese mismo puente, sin duda, que se verá un poco más tarde en los grabados del siglo XVIII.

Se excluye que tal descripción corresponda al aspecto del *Rhonegletscher*, desde el reciente retroceso de las décadas 1940, 1950 o 1960. Volví a hacer en 1962 y de nuevo en 1966, el itinerario de Sebastien Münster. La lengua glacial actual está muy recortada, de altura —si no anchura— muy inferior a la que indicó el autor del siglo XVI; se encuentra alojada muy arriba, en los lugares escarpados, de rocas resbalosas y muy abruptas, de una vertiente. El torrente que de ahí mana corre primero, y a veces invisible, por una cañada aserrada: se inicia con una serie de caídas de agua verticales. Ni hablar de que un jinete (*a fortiori* casi sexagenario como lo era nuestro autor) pueda acercarse, en su montura, a ese frente o a esa punta glacial; ni que pueda ver cómo sale el agua de entre los *seracs* del tamaño de una casa; y aun menos que pueda pretender acercarse *a caballo* para atravesar (por un vado o por un puente, poco importa) el torrente "rodaniano" *inmediatamente en el lugar de su salida del glaciar*. Ningún manual de equitación prevé una proeza de ese tipo sobre un suelo de granito con "una pendiente" tan pronunciada. El único camino de acceso practicable a caballo sería *en la orilla izquierda*, el que lleva al hotel del Belvedere, sobre el costado E-S-E del glaciar; pero ese camino, cuyo trazo es, por lo demás,

[3] *Ibid.*

* *Serac*: palabra alpina, significa amontonamientos de bloques de hielo en las montañas.

reciente (fines del siglo XIX), se encuentra bastante alejado de la masa glacial, a la izquierda de ella y muy arriba de la punta terminal. Una vez en el emplazamiento actual del Belvedere, Münster hubiese tenido que descender del caballo y practicar una caminata bastante larga y difícil, incluso llegando a escalar los acantilados, para alcanzar la punta del glaciar hasta el nacimiento del Ródano. Entonces, ya sea que consideremos el itinerario, la descripción o la topografía del lugar, el texto de Münster no corresponde de ninguna manera al estado o aspecto contemporáneo del *Rhonegletscher*.

Por el contrario, puede estar de acuerdo con la situación del mismo glaciar entre 1874 y 1920, y ésa es la *primera hipótesis,* tal y como aparece en las numerosas fotografías y en los mapas detalladísimos que publicó Mercanton en una obra muy importante.[4] En esa época, la lengua terminal ya había perdido sus dimensiones majestuosas del siglo XVIII y de los períodos anteriores a 1850. Sin embargo, y aunque se encuentre desde entonces en lento y constante retroceso, permaneció aún más considerable que a mediados del siglo XX. Cubría aún toda la barrera rocosa que en nuestros días ya ha dejado casi totalmente desnuda. Descendía hasta el pie de esa barrera, hasta el principio del valle de Gletsch (inicio del valle del Ródano), sin que por ello llegara a extenderse en él en forma de *pecten* de hielo, como una gigantesca *"coquille Saint-Jacques"* al revés, como antes de 1850.

La muralla de hielo terminal de 1890-1920 conservó dimensiones que pueden corresponder perfectamente a las que indicó Münster (10 m de altura, más de 200 m de ancho).[5] Y ese frente, así como el nacimiento y el curso inicial del Ródano, eran mucho más accesibles que en 1960: en todo caso, ningún obstáculo rocoso escarpado se oponía, infranqueable, al paso de un jinete.

4 Mercanton, 1916, p. 72, Figura 6; *cf.* la Figura III-J que representa el glaciar del Ródano, en 1899.

5 *Cf.* en Mercanton, 1916, la serie de mapas (al final del libro) titulada "Los frentes del glaciar".

Por último, *segunda hipótesis* válida,[6] la descripción de Münster en 1546 puede significar un estado de crecida aun más marcado que en 1890-1920; se trataría, entonces, simplemente, del estado "moderno" del *Rhonegletscher*, ya alcanzado en 1546, y tal como aparece en los documentos iconográficos a partir de 1700 (primeros grabados que se conocen) y así, sin interrupción, hasta los "daguerrotipos" de 1848-1850 e incluso 1870. En esa época, el glaciar del Ródano aparecía, en efecto, como la "masa inmensa" perfectamente accesible a caballo[7] de la que hablaba Münster en 1546. Su lengua terminal tenía más de 200 m de ancho.[8] El frente, es verdad, se encontraba con frecuencia precedido por enormes *seracs* y se situaba muy cerca de un puentecito instalado inmediatamente río abajo. El Rhonegletscher conservó esta forma majestuosa, extendida como *pecten* en la planicie, como diría Mercanton, por lo menos durante un siglo y medio (1700-1850). La abundante iconografía de la época nunca lo presenta de una manera diferente: y de seguro así fue desde el siglo XVII, en la edad máxima de los glaciares alpinos. Fue quizá bajo este aspecto que lo vio Münster desde 1546; o quizá (*primera hipótesis* considerada, también válida), en la forma intermedia —mayor que hoy en día (1930-1960) y menor que en la época moderna (1590-1850)—; esa "forma intermedia" que también adoptará en el período de 1890-1920. Si nos colocamos en la perspectiva de esa *primera hipótesis*, sólo existiría una diferencia (pero importante) entre "1546" y "1890-1920": en 1890-1920, esa "forma intermedia" llegó *después* de una fase de crecida máxima (1818-1850) y *precedió* una nueva decrecida aun más marcada (la de 1930-1960). En 1546, fue todo lo contrario: la "forma intermedia" se encontraría precediendo la larga fase de creciente máxima, que se con-

[6] No había pensado en otra, en mi artículo de 1965.

[7] Mercanton, 1916, láminas; *cf.* también Rey, 1835 (acceso posible a caballo), e *infra*, láminas o croquis que representan el glaciar del Ródano, en las fechas indicadas. En 1870, una brigada completa de la caballería suiza acampó, en prácticas, exactamente al pie del glaciar del Ródano (*cf.* la fotografía conservada en el *Hotel del Glaciar del Ródano*, en Gletsch, colección Seiler).

[8] Mercanton, 1916 (láminas y mapas).

firmaría a partir de 1570-1590. Sí existe simetría, pero en tendencias invertidas: en 1890-1920, nos encontrábamos en fase de largo retroceso; en 1546, será quizá necesario voltear el esquema y, a juzgar por los acontecimientos que seguirían, parecería que la tendencia se orientó, por el contrario, hacia el largo avance.

Ya sea que se adopte una u otra de estas hipótesis, existe una certeza: en 1546, el *Rhonegletscher* era ya mayor que en 1930-1966. No se encontraba muy lejos, ni en el tiempo ni en el espacio (50 años), de las posiciones máximas que ocupó en el extremo final del siglo XVI. Los datos de las décadas siguientes, en la segunda mitad del siglo XVI, no contradicen este punto de vista.

1570 primero: el excelente glaciólogo y erudito V. Heim[9] nos recordó, de acuerdo con los trabajos de Reissacher, Simony y Posepny, la extraña historia de las minas de oro medievales de los Hohe Tauern, cuyas bocas fueron obstruidas por el hielo en la segunda mitad del siglo XVI; en una de esas empresas, inaugurada a mediados del siglo XV (*Bartholomei-Erbstollen am Rauriser Goldberg*), los pozos se encontraban ya cubiertos por 20 metros de hielo en 1570 y se abandonó la explotación. Se dice que en el siglo XVIII (según cifras y datos de Heim que convendría considerar y analizar de nuevo), el espesor del hielo en ese lugar sería de 100 metros. En 1875, tenía aún 40 metros. En los años 1880, algunos pozos pudieron ser descubiertos de nuevo a consecuencia del retroceso glacial.

1570: en Islandia, los mapas de Gudbrandur Thorlaksson (del glaciar de Glama, del Hofsjökull)[10] —así como más tarde los mapas de 1840— indicaron glaciares enormes y más largos (de varios kilómetros) que en el siglo XX.[11]

Abandonemos Islandia y los Alpes del Este, para hojear los archivos de Chamonix, esa pobre parroquia, en el siglo XVI. Están llenos de quejas muy comprensibles (y poco

9 Heim, 1885, p. 500 *ss*; *cf.* también Braudel, 1949, p. 233.

10 *Jökull*: "glaciar" (en Islandia).

11 Bout, Corbel, Derrau, Garavel, Peguy, 1955, p. 516-517 (Hofsjökull); Thorarinsson, 1943, p. 15-16 (glaciar de Glama).

reveladoras) acerca del rigor del clima y de la pobreza de sus habitantes:

Es una pobre región de montañas estériles donde glaciares y heladas existen todo el tiempo... No hay sol la mitad del año...; el trigo se cosecha en la nieve... está tan mojado que se tiene que secar en el horno, a tal grado que ni los animales quieren comer el pan que se hace con ese trigo... es un lugar montañoso, frío e inhabitable donde no existe ninguna comodidad, ni procuradores, ni abogados... hay mucha gente pobre e ignorante... tan pobre que en el citado lugar de Chamonix y de Vallorsine no hay ningún reloj para observar y saber el tiempo y el paso de las horas... ningún extraño quiere vivir allí y el hielo y las heladas son cosa ordinaria desde la creación del mundo.[12]

Los habitantes se quejan también de las fuertes avalanchas de 1559-1562 que destruyeron "construcciones de montaña", probablemente chalets.[13] Si damos crédito al reciente artículo de A. Poggi, avalanchas quiere decir síntomas de grandes caídas de nieve y de temperaturas bajas.

Hecho característico: de 1530 a 1575, las quejas de los habitantes de Chamonix hablan de la *existencia* de los glaciares (que extienden el frío a su alrededor), pero no de los *daños* materiales de los frentes glaciales;[14] el avance de éstos, si ya existía, no parece aún muy peligroso para los habitantes de esas tierras.

En 1575-1576, uno de esos textos inéditos aporta una precisión topográfica importante: durante un proceso de

[12] ADHS 10 G 308 (año de 1564); 10 G 309 (año de 1560), f° 68 v°, 69 r°, 73 r° y v° 115 v°, 129 v°, 169° 10 G 310 (año de 1557); 10 G 314 (año de 1560), f° 5 v°, 52, 300 v° y *passim*; 10 G 316 (años de 1574-1577), f° 32 v°, 37, 141 v° y *passim*.

[13] ADHS 10 G 246, año de 1559, luego año de 1562; varias construcciones, *ruinati impetu lavanchiarum*. También en Grindelwald, entre 1565 y 1580 (Friedli, 1908). *Cf.* también Poggi, 1961.

[14] Las quejas de los habitantes de Chamonix, en 1560, son típicas: "*El lugar llamado Chamonix es un país de montañas, muy malo, donde los glaciares están en todo tiempo y donde no crece más que un poco de trigo, de avena, cebada y muy poco centeno*" (*ibid.*, fol. 240). "*Chamonix... montaña pobre y estrecha y estéril donde no se aventura ningún extraño y donde hay siempre glaciares helados y donde no crece más que un poco de avena y de centeno*" (ADHS, 10 G 309, f° 209 v° y 240, año de 1560).

diezmo (una especie de huelga del diezmo se estableció durante todo ese período), un labrador de Saint-Gervais, que llegaba con frecuencia a Chamonix para comprar queso, fue invitado por los habitantes del lugar a atestiguar en su favor. Y éste declaró, refiriéndose a "*Chamonix, lugar cubierto por glaciares que... con frecuencia los campos se ven libres de trigo, puesto que se lo ha llevado el viento hacia los bosques y los glaciares, así lo ha visto este testigo muchos años*".[15]

Los glaciares son, pues, muy grandes, ya que se encuentran tan cerca de los sembradíos (lo cual no ocurre actualmente: piénsese en la posición que hoy tiene el mar de Hielo, tan alejado y, además, separado de los terrenos cultivados o cultivables por una cortina rocosa).

Este texto es muy impreciso, me dirán. Sí, pero cuatro años más tarde, la encuesta, también diezmal, de Bernard Combet, "archidiácono de Charentaise", aporta importantes y convergentes complementos de información. Para apreciar plenamente su texto, debe citarse en forma detallada.[16]

En 1580, Combet, proveniente de Servoz, llegó a Chamonix por el suroeste. Pasó primero por el priorado (actual aldea de Chamonix) y luego escribe "continuamos nuestra visita remontándonos hasta el extremo del feudo, encima de los Tines (río arriba de Tines); vimos los poblados llamados Frasserands, Montrioud (Montroc) y el Planet; y de allí, en verdad, volviendo hacia atrás, tuvimos que subir hacia el norte a un collado donde se encuentra un lugar vulgarmente llamado Trelechamp... luego regresamos a la casa de Aymon" (Aymon, síndico de la comunidad de Chamonix, anfitrión de Combet).

Después de ese itinerario, Combet da una descripción más general del valle de Chamonix:

Este valle está situado entre montañas y a la derecha, llegan-

[15] ADHS, 10 G 316, años de 1575-1576, f° 116 v°. *Cf.* también f° 108, 122 v°, 130.

[16] *Cf.* el anexo 5, relativo al texto original y las referencias diversas (de archivos y de autores) relacionadas con la descripción de Combet.

do del sur, esas montañas presentan, en las alturas, blancuras glaciales; y se extienden en varias secciones (*scissuras*) talladas en las montañas; y descienden casi hasta la planicie *(del Arve)*, por lo menos en tres lugares (*et descendunt fere usque ad dictam planitiem, tribus saltem in locis*); una cosa está clara: esas secciones que la gente llama morenas (*ruinas*),[17] han provocado inevitables inundaciones,[18] tanto en

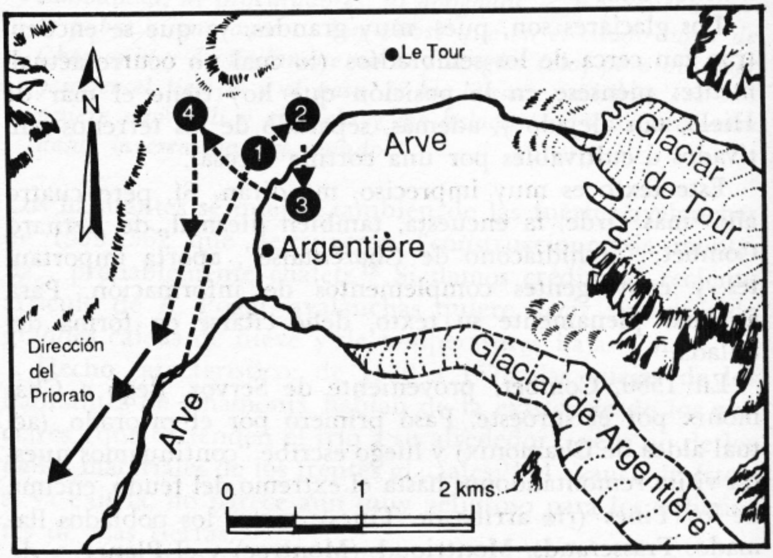


FIGURA IV. Itinerario de Bernard Combet (año de 1580). *Bernard Combet, al visitar el valle alto del Arve, pasó primero por Frasserands (1), luego por Montrioud (Montroc) (2), luego por Planet (3); de ahí, por Trelechamp (4); finalmente regresó, hacia el sureste, hasta el priorato.*

(Croquis de acuerdo con un mapa a 1/50 000 del I.G.N., año de 1963, hoja XXXVI-30.)

17 *Cf.* anexo 5, acerca de la equivalencia de ruina con morena. Combet confunde el valle glacial en forma de garganta (*scissura*) con los desechos que el glaciar ha dejado en él (ruinas o morenas).

18 Traduzco así la palabra *alluviones* que, en latín como en el francés

> las zonas por las que bajan (*las inundaciones*) obligatoriamente, como en medio del valle, donde aumentan el caudal del torrente que nace en las regiones de pasto de Tour (*qui ab Alpibus de Tour dictus est incipere*) y que se une después a un río bastante importante (*el Arve*).

Este simple texto ha sido objeto de una doble serie de comentarios.

Una primera escuela, la de Charles Rabot,[19] hizo prevalecer una interpretación restrictiva. Bernard Combet, como hemos leído, sólo ve en el valle del Arve tres glaciares "que descienden hasta la planicie". La situación es la misma, dice lógicamente Rabot, en 1580, que hacia 1900-1910; en efecto, a principios del siglo XX, luego de un retroceso que había empezado en 1860, sólo tres frentes glaciales importantes estuvieron próximos y visibles a la vez desde el fondo del valle o "planicie" de Chamonix: ellos son el Bossons, el Argentiere y el Tour. En cuanto al glaciar de Bois (mar de Hielo), antaño perteneciente a la aldea de Bois y muy cercano y visible desde la planicie, desde finales del siglo XIX cesó su "descenso hacia la planicie" y hasta tal punto llegó su retroceso de 1860 a 1900, que ya no es visible desde ella. Por lo tanto, dice Rabot, en 1580, en Chamonix, nos encontrábamos *aún* (*antes* de la crecida de 1600) ante una débil glaciación: es la misma situación simétrica en la que nos *encontramos nuevamente* en 1900-1910 (*después* de las crecidas de 1818 y 1850).

No obstante, varios especialistas como, entre los mejores, Mougin y Raoul Blanchard,[20] no han seguido la interpretación de Rabot. Según esos dos autores, el glaciar de Tour se encontraba demasiado separado de la *planicie* propiamente dicha y de los centros vitales del valle de Chamonix,

del siglo XVI (aluvión), conservaba aún su sentido primitivo de desbordamiento acuático (*cf.* el texto de Charron en Littre, art. "alluvion"). En este caso no estoy de acuerdo con R. Blanchard, 1913, que da a la palabra aluvión su sentido moderno de "sedimento", en su comentario acerca de Combet.

[19] Rabot, 1914-1915, con cuya opinión estoy de acuerdo en mi artículo de 1960, hasta tener conocimiento del comentario de Raoul Blanchard.

[20] Mougin, 1912; Blanchard, 1913.

para que Combet lo haya tomado en cuenta en su enumeración. Los tres glaciares "que descienden casi hasta la planicie" son entonces Argentiere, Bossons y el mar de Hielo; en 1580, el mar de Hielo no ocupaba la posición restringida —e invisible desde la planicie— de 1900-1960. No se encontraba refugiado detrás de las masas obscuras de las rocas de los Mottets, como lo estará en el siglo XX. Al contrario, en 1580, se encontraba en su máximo esplendor, como durante todo el período de su iconografía antigua (1730-1860), muy cerca de la aldea de Bois y, por lo tanto, perfectamente visible desde la planicie del Arve, cercana a su lugar de descenso: *"descendens fere usque ad planitiem"*. En tiempos de Enrique III ya se encontraba, pues, muy desarrollado.

Al parecer, esta segunda versión, la de Mougin-Blanchard, es la buena. Si volvemos a consultar, como ya lo he hecho, el original manuscrito[21] del texto de Combet, nos damos cuenta efectivamente de que los itinerarios de ese archidiácono y las expresiones que emplea indican su completa ignorancia del "cuarto glaciar", el glaciar de Tour.

Sus itinerarios: Bernard Combet no remontó el valle del Arve hasta el final; no llegó hasta el último lugar habitado que toca este río, hasta la aldea de Tour desde donde se ve el glaciar del mismo nombre. Combet llegó solamente hasta Montroc, luego se desvió hacia Trelechamp y más tarde se dirigió río abajo. Desde esos puntos extremos de su trayecto, la masa *terminal* del glaciar de Tour y el curso inicial del Arve le eran prácticamente invisibles, como pude verificar varias veces al efectuar de nuevo el itinerario del archidiácono.

Combet no vio la pequeña región del Tour. La ignoraba prácticamente. Habló vagamente y por rumores del Arve: "el que, *según se dice*, nace en las regiones de pasto de Tour", *"qui ab Alpibus de Tour dictus est incipere"*.

Mougin y Blanchard, quienes ignoraban algunas de estas precisiones (que yo saqué del texto manuscrito), y que confiaban simplemente en su intuición, probablemente estaban

21 ADHS, 10 G 287.



FIGURA V. Bossons, mar de Hielo, Argentiere. *Descendunt fere usque ad planitiem tribus saltem in locis: 'Descienden (los glaciares) casi hasta la llanura, por lo menos en tres lugares." Nada mejor para ilustrar esta aseveración de Bernard Combet (1500) que este grabado: anónimo, lleva únicamente sobre el marco —no reproducido aquí— las siguientes referencias:* "Verm. Gegenst., XLII; Mélanges, XLII; Miscell. Subj., XLII; Miscellanea, XLII." *Esos datos parecen referirse a la clase de tipografía de mediados del siglo* XIX; *el grabado no puede ser muy anterior. (Según Veyret, 1966, p. 233, el autor parece ser Linck, a finales del siglo* XVIII.)

Se distinguen, en orden, el glaciar de Bossons, erizado de seracs; luego, el mar de Hielo, que desborda la arista del Piget; finalmente, macizo, el glaciar de Argentiere.

Hoy en día, al ver desde ese lugar, la parte terminal del mar de Hielo, sería invisible. Sólo se verían dos glaciares: el Bossons y Argentiere, "descender casi hasta la llanura". (De acuerdo con un grabado reproducido con autorización de M. Snell, anticuario de Chamonix.)

en lo cierto. Combet no vio ni reconoció, entre esos "tres glaciares que descienden casi hasta la planicie", el glaciar del Tour, puesto que no llegó al pueblo ni a la planicie misma que lleva ese nombre y desde donde esa masa glacial era perfectamente visible. En el conjunto de los "tres glaciares", vio el mar de Hielo en su esplendor, cercano a la planicie y visible desde las aldeas del Arve, como lo fue en las épocas de fuerte desarrollo glacial alpino (siglos XVII, XVIII y primera mitad del XIX.) Entonces, la crecida glacial ya había empezado en 1570-1580.

Cuatro años más tarde, en 1584, apareció un texto acerca de una "hielera de gruta", fenómeno que interesó a los especialistas del karst.*[22] Esta hielera de gruta, es la *Froidiere* (cámara fría) de Chaux, en el Jura, que Benigne Poissenot visitó en 1584 y que describe en sus *Nouvelles histoires tragiques,*[23] en 1586.

El 24 de junio de 1584, en Besançon, al beber vino enfriado con hielos, Poissenot se informó acerca del refrigerador natural del que provenían, es decir la Froidiere de Chaux. "Radiante, impaciente por conocer ese lugar *lleno de hielo en pleno verano*", pide que lo guíen, el 2 de julio de 1584, a través del bosque, "por un camino sinuoso", hasta la entrada de la gruta, tan horrible y "espantosa", "que se acordó del hoyo de Saint-Patrice que, según se cuenta, se encuentra en Hibernia". Temeroso, pero intrépido, nuestro hombre, espada en mano, penetró hasta el fondo de esa gruta profunda, "la cual medía, a lo largo y a lo ancho, como un gran salón, *por completo pavimentado de hielo en la parte baja*; un agua cristalina, más fría que la del monte de Arcadia Nonacris, corría por varios riachuelos que formaban fuentecillas muy claras en donde me lavé y bebí ávidamente. . ." Y Poissenot agrega: "Nunca debí volver la mirada hacia la parte de arriba, pues todo

* Palabra técnica sin traducción.

22 Corbel, 1957, p. 41 y *passim*.

23 Poissenot, 1586. (Este texto fue señalado por L. Febvre, 1912, p. 117.) Sobre la diferencia glaciar-hielera, *cf.* Lliboutry, 1965, p. 429; *cf.* también Boisot, 1686.

el cuerpo se me estremeció y los cabellos se me erizaron sobre la cabeza, *al ver toda la bóveda de la gruta revestida de trozos de hielo macizo,* de los cuales uno solo, al caer, hubiese bastado para aplastarme el cerebro y destrozarme: me sentía como aquel criminal que, castigado a ir al Infierno, temía siempre que una piedra le cayera sobre las orejas."

En resumen: suelo completamente cubierto de hielo, multitud de arroyuelos de hielo derretido (nos encontramos en el mes de julio); enormes estalactitas de hielo en la cúpula; tal era la apariencia, en 1584, descrita con precisión, de la Froidiere de Chaux en el Jura.

¿Éste era también su aspecto antes del siglo XVI? Es muy posible: desde tiempos remotos, los caballeros de Besançon mandaban traer por la noche, sobre caballos, el hielo de la Froidiere, para conservarlo en sus cavas y así refrescar el vino; y todos los años, siguiendo una vieja costumbre, los habitantes de Chaux *"debían traer como ofrenda a la iglesia de San Juan de Besançon una buena cantidad de hielo* (la de Frondiere)... y lo cargaban de noche, sobre sus caballos, por temor a que en el día se fundiera".

Esa hielera subterránea se conservó durante largo tiempo: el 22 de julio de 1868, es decir un siglo después de la visita de Poissenot, el abad Boisot cuenta también en una carta al *Journal des Savants,* que visitó "hace algunos días" "la famosa hielera" de Chaux, en el Jura. La visita de Boisot, como la de Poissenot, coincidió con un verano caluroso, "de calor excesivo". Además, excepcionalmente, el invierno 1685-1686 "no fue crudo" en el Jura, y todas las "hieleras particulares" (esos conos de piedra artificiales en donde la gente de postín conserva nieve y hielo en invierno)' "no tuvieron hielo". Pero en 1686, la buena Froidiere de Chaux no falló: mulas y carros hicieron cola frente a la entrada de la gruta, para que sus conductores pudieran sacar del fondo los bloques de hielo que proveerían no sólo las ciudades de provincia sino también ¡todo el campamento militar del Saona! Incluso, un día de gran calor en ese verano de 1686, la caverna, almacén de frío bien protegido, congeló más agua y produjo más hielo del que sus clientes

de toda la provincia hubiesen podido sacar en una semana. Ambos, Boisot y Poissenot, notaron en el techo de la gruta la presencia de grandes estalactitas de hielo: "Cuelgan de la bóveda grandes trozos de hielo que tienen un hermoso aspecto." La Froidiere, en suma, engendraba hielo en su piso y también en su techo...

Doscientos años más tarde, a finales del siglo XIX, en la Froidiere aún había, como cosa normal y acostumbrada, un espesor de hielo de 1.20 m, dominado por pilares de hielo macizo; y esto a pesar de las inundaciones que, de vez en cuando, provocaban un deshielo; y a pesar de una intensa explotación industrial (en 1901, se extrajeron 192 toneladas de hielo de la Froidiere).[24]

En nuestros días, todo ha cambiado: luego de las inundaciones de 1910, nunca más se formó hielo dentro de la famosa caverna; las condiciones de equilibrio que mantenían en vida y renovaban la fuerza de la pequeña hielera subterránea del Jura, dejaron de funcionar; o quizá se retiraron como lo hicieron en los grandes glaciares, hacia las proximidades de los Alpes.

En otras palabras, la fase de calentamiento del clima, registrada en el siglo XX, impidió, después de los diluvios de 1910, la reproducción automática y la regeneración masiva de hielo, antes abundante, en la Froidiere (esta regeneración se llevaba a cabo sin dificultad, a pesar de la explotación intensiva del hielo por los canteros durante los siglos más fríos del período clásico, en tiempos de la pequeña edad de hielo); en el verano de 1963, cuando visité la Froidiere, de aquel espectáculo descrito por Boisot y Poissenot sólo quedaban algunas placas de hielo esparcidas por el suelo, de aproximadamente 20 centímetros de espesor y, por consiguiente, muy poca agua corriente y ninguna estalactita en el techo. Ningún turista hubiese corrido el riesgo de recibir un bloque de hielo en la cabeza al visitar la gruta en pleno verano. Esas "estalactitas", tan altas que los picos de los canteros no podían alcanzarlas, al desa-

[24] Con respecto a una bibliografía de los problemas concernientes a la *Froidiere de Chaux* (Hielera de Chaux), *cf.* anexo 6.

parecer espontáneamente, ¿no hablan también de una sutil modificación de las condiciones naturales?

Así pues, de igual modo que sus hermanos gigantescos del nacimiento del Ródano y de los orígenes del Arve, esa hielera de gruta, hoy en día prácticamente desaparecida, fue testigo, desde la década de 1580, de un desarrollo de los hielos claramente más intenso que en nuestro siglo XX, siglo de retroceso de los glaciares.

A finales del siglo XVI (última década), los problemas se aclaran y los datos son más precisos, numerosos y significativos.

1588, primer síntoma: el glaciar de Grindelwald "hunde su morena terminal" (*"strekt der Gletscher d'Nasä i Bodä und drückt ä Hübel mit ämä Ghalt weg)"*.[25]

1589, el glaciar de Allalin descendió tanto que obstruyó el valle del Saas; una presa se formó entonces, el Mattmarksee; el 8 de septiembre, la presa se rompió; las aguas del lago se vaciaron de pronto y acabaron con todo lo que encontraron río abajo.[26] El lecho del Saas-Visp, corriente de agua emisaria del glaciar, se vio tan afectado por el cataclismo, que los habitantes se vieron obligados a acondicionar, con un esfuerzo enorme, un nuevo *talweg* (vaguada) para ese torrente.

25 de junio de 1595: el glaciar de Giétroz, en los Alpes peninos, se derrumbó en la vaguada del Dranse, del que ahora se encuentra muy alejado. Un derrumbe similar se

25 Texto de la *Chronique de Grindelwald* (versión de Hugi), citado por Richter, 1891, p. 7.

26 Lutschg, 1926, pp. 78 y 384-385, cita tres textos contemporáneos de la catástrofe. *Cf.* también, en encabezado de Lutschg, 1926, el grabado de 1822, en el que este fenómeno de presa glacial está claramente indicado, en cuanto al Allalin. En cambio, las indicaciones de Lutschg, *ibid.*, relativas a un mínimo del glaciar en 1400, 1403, 1495 y 1506 no son convincentes (lo que no significa que sean necesariamente erróneas). Provienen de textos efectivamente tardíos (siglo XIX), que no tratan de los glaciares en sí, sino de la población, de los pastos, etc.: no podemos obtener con ellas más que inducciones directas e infinitamente imprecisas en cuanto a la posición de los glaciares.

iba a producir, en condiciones exactas, en el momento de la crecida glacial de 1817-1818.[27]

El desastre de 1595 (bien conocido gracias a los textos recopilados por O. Lutsch) sumergió momentáneamente la ciudad de Martigny y causó 70 muertes, al decir del consejero Ignace, contemporáneo de la catástrofe. Una casa de Bagnes, en 1926, llevaba aún en una de sus vigas la siguiente inscripción: "Maurice Olliet mandó construir esta casa en 1595, año en que Bagnes fue inundada por el glaciar de Giétroz."[28]

La pequeña aldea de Ander Eggen, del todo aniquilada por el diluvio de 1595, se convirtió en un lugar desierto que lleva desde entonces el significativo nombre de Gletscher (glaciar)...

1594-1598: a partir de estos años, en la vertiente italiana de los Alpes, se produjeron interesantes novedades: el glaciar de Ruitor, en la cuenca del Valle de Thuile, alcanzó su posición de fuerte crecimiento a un kilómetro aproximadamente de su frente actual, posición que abandonó para siempre a partir de la década de 1860. En tales condiciones, el glaciar obstruía el lago del mismo nombre (actualmente sin barrera y casi seco), donde se acumulaban enormes masas de agua: en verano, esa barrera se vio perforada por un canal subglacial, y por ese canal se pusieron en movimiento tres o cuatro millones de metros cúbicos de agua que produjeron inundaciones masivas y causaron estragos en los valles de desagüe.

Tales hechos, señalados tan a menudo en el Ruitor en los siglos XVII y XVIII, y que tuvieron su fin hace ya 100 años con la reciente decrecida glacial (que culmina en el siglo XX), se producen por vez primera de manera claramente confirmada en 1594.[29] En 1595, hubo un nuevo vaciamiento del Ruitor, muy violento y desastroso. Y en 1596 y el 15 de julio de 1597; y, para terminar, otro un poco menos impor-

[27] Texto citado por Richter, 1891, p. 7 y estudio crítico del fenómeno, p. 22-25.

[28] Lutschg, 1926, p. 422-423 (numerosos textos de la época).

[29] Numerosos textos de la época, estudio crítico en Baretti, 1880 y Sacco, 1917.

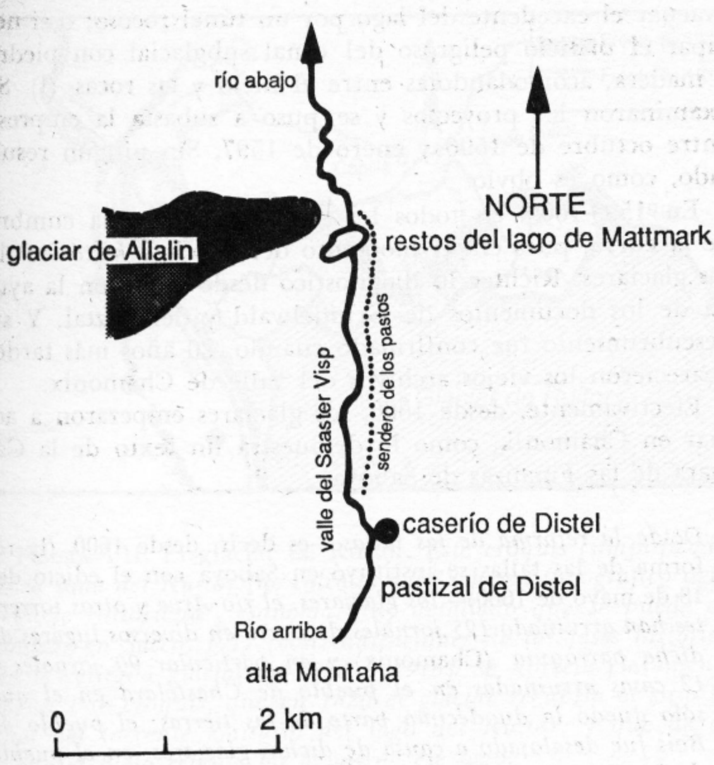


FIGURA VI. El glaciar de Allalin en su estado actual de retroceso y los pastos del Mont Distel. *El dibujo muestra cómo, durante los períodos de la* pequeña edad glacial *(1589 y siglo* XVII*), el glaciar de Allalin, al ir progresando, podía obstruir el valle del Visp y agrandar así el lago de presa de Mattmarksee. Asimismo, una barrera se creaba entre los pastos río arriba del Mont Distel y los prados río abajo. (De acuerdo con el mapa topográfico suizo de 1960.)*

tante, en 1598. La población y las autoridades de Thuile y de Aosta se alarmaron por esas trombas de agua devastadoras que descendían todos los años hacia sus valles. Se convocó a los expertos en obras públicas, Simón Tubinger y

Jacomo Soldati. Propusieron, a cambio de 10 000 ducados, evacuar el excedente del lago por un túnel rocoso; o si no, tapar el orificio peligroso del canal subglacial con piedra y madera, acomodándolas entre el hielo y las rocas (!). Se examinaron los proyectos y se puso a subasta la empresa entre octubre de 1596 y enero de 1597. Sin ningún resultado, como es obvio.

En 1599-1600, en todos los Alpes se llegó a la cumbre de la curva, pues era el momento del *máximo histórico* de los glaciares. Richter lo diagnosticó desde 1891 con la ayuda de los documentos de Grindelwald y del Otztal. Y su descubrimiento fue confirmado cuando, 20 años más tarde, aparecieron los viejos archivos del valle de Chamonix.

Efectivamente, desde 1600, los glaciares empezaron a actuar en Chamonix, como lo demuestra un texto de la Cámara de las Finanzas de Saboya:

> *Desde la reforma de las tallas* —es decir, desde 1600 (la reforma de las tallas se instituyó en Saboya con el edicto del 18 de mayo de 1600)— *los glaciares, el río Arve y otros torrentes han arruinado 195 jornales de tierra en diversos lugares de dicha parroquia* (Chamonix) *y en particular 90 jornales y 12 casas arruinadas en el pueblo de Chastelard en el que sólo quedó la duodécima parte de las tierras; el pueblo de Bois fue desalojado a causa de dichos glaciares; en el pueblo de La Roziere y Argentier, siete casas cubiertas por los susodichos glaciares, cuya acción devastadora continúa y progresa día con día... otras dos casas arruinadas en el pueblo de La Bonneville... con motivo de dichas ruinas la colecta del diezmo ha disminuido considerablemente.*[30]

Texto muy sugestivo por su precisión topográfica: las localidades afectadas se encuentran hoy en día a más de un kilómetro de los frentes glaciales; por sus indicaciones cronológicas: la crecida, desde 1600, fue catastrófica; y, para

[30] AC Chamonix, CC 1 pieza nº 19, texto del 2 de mayo de 1605, publicado por G. Letonnelier, 1913. Respecto a las fechas de las reformas de las tallas en Saboya, *cf.* G. Péroux, pp. XXXI y XXXII. Los lugares citados en el texto se encuentran todos situados en el valle de Chamonix, directamente debajo de los glaciares de Bois (mar de Hielo) y de Argentiere (*cf.* Figura XIV).

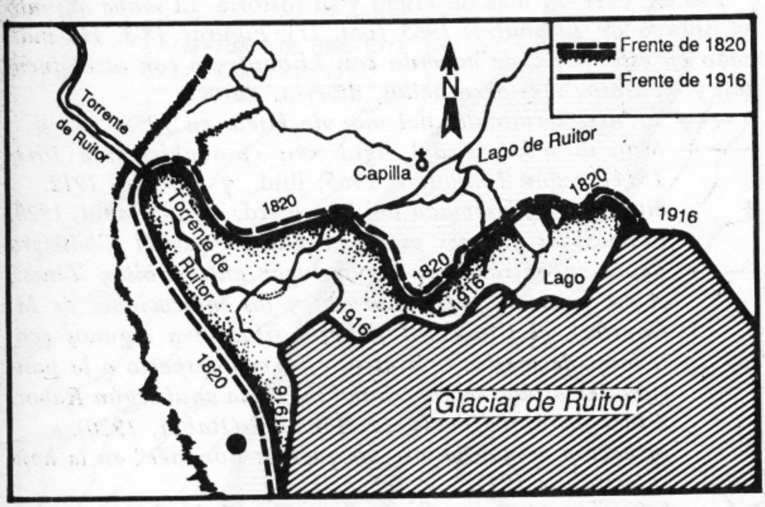


FIGURA VII. El glaciar de Ruitor. *Este croquis (simplificado) de la zona del Ruitor fue calcado del "Schema topografico della regione ruitoriana", esquema muy detallado que se puede encontrar en Sacco, 1917 (con indicaciones de las fases históricas de la retirada glacial de 1820 a 1916). Se aprecia claramente, según este croquis, que en 1820 el glaciar recubría el sitio actual del torrente emisario del lago del Ruitor, y que de ese modo el hielo retenía las aguas de ese lago.*

terminar, por la minuciosidad de los detalles: el glaciar no actúa sólo por medio de inundaciones o caídas de seracs; cubre con sus morenas o su masa "*que progresa día con día*" siete casas —siete casas cuya fecha de construcción se desconoce, pero se puede suponer que los constructores de tradición secular las creyeron protegidas de tales incursiones.

Otros textos de Chamonix, publicados o inéditos, y que pude encontrar en los archivos de la comunidad o del priorato, completan y precisan ese primer testimonio. Estos textos también presentan un triple interés: subrayan la acción particular de los glaciares, proponen una topografía de las lenguas terminales y afirman una cronología de los empujes glaciales.

FIGURA VIII. El mar de Hielo y su historia. *El mapa adjunto se obtuvo de Lliboutry, 1965 (vol. II), Figuras 18-3. He indicado en este mapa, de acuerdo con Lliboutry o con otras fuentes, y en trazos más acentuados, diversos datos:*

——— *Límites terminales del mar de Hielo en 1958.*

— — — *Morena máxima del siglo* XVII *(probablemente 1641-1644), según Lliboutry, 1965,* ibid., *y Mougin, 1912.*

\+ *Situación aproximada del* Chatelard, *según Rabot, 1920. (Todas las fuentes escritas, indican que el Chatelard debía encontrarse en algún lugar entre Bois y Tines.) A mi juicio (según los textos y las indicaciones de M. Couttet), el Chatelard debería situarse a algunos centenares de metros más al sureste, con respecto a la posición demasiado septentrional indicada aquí según Rabot.*

· *Situación aproximada de Bonanay (Rabot, 1920).*

B *Situación actual de los "bosques de Bonanée" en la hoja catastral de 1945.*

· *Situación aproximada de Bonanay (Rabot, 1920).*

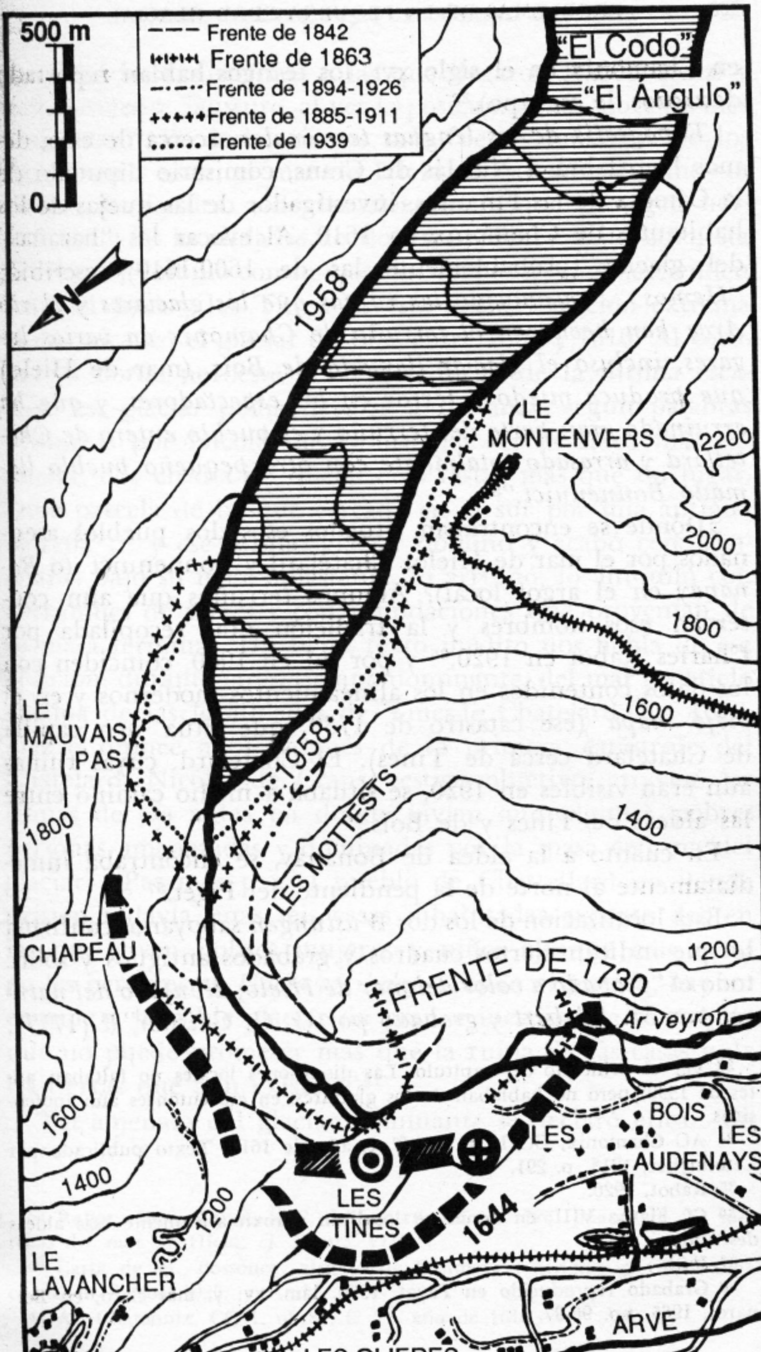
B *Situación actual de los "bosques de Bonannée" en la hoja catastral de 1945.*

IIII *Cresta del Piget.*

Acción particular de los glaciares: en la encuesta de 1610,[31] los testigos distinguen netamente ésta, de aquélla, mucho menos destructora, que ejercieron simultáneamente los torrentes, el río Arve y las avalanchas o *lavanches*. Así, en 1610, Nicolás Moret, labrador de Servoz, interrogado como testigo imparcial por François Bertier, comisario de la Cámara de las Finanzas, a propósito de las "caídas de los glaciares", desclaró que *"los torrentes han arruinado 17 jornales de tierra desde la Reforma de las tallas* (desde 1600)*. . . el Arve ha estropeado ocho jornales . . . los glaciares, por su parte, han estropeado 204 jornales y medio desde la Reforma"*.[32] Y Gervais Vian, labrador de Saint-Gervais, de 56 años, afirmó las mismas cifras y constató con toda razón que *"son los glaciares los causantes del mal más grande e importante"* (debe notarse que nunca, en las encuestas efectuadas

[31] AC Cham., CC 1, pieza 81. Información proporcionada por François Bertier en abril de 1610.

[32] No pude obtener datos sobre el valor del *Jornal* (*Journal*, medida de superficie) en Chamonix en el siglo XVII.


500 m
0
N
Frente de 1842
Frente de 1863
Frente de 1894-1926
Frente de 1885-1911
Frente de 1939
"El Codo"
"El Ángulo"
1958
LE MONTENVERS
2200
2000
1800
1600
1400
1200
LE MAUVAIS PAS
1958
LES MOTTESTS
1800
LE CHAPEAU
FRENTE DE 1730
Ar veyron
1600
1400
1200
LES TINES
1644
LES
BOIS
LES AUDENAYS
LE LAVANCHER
ARVE
LES GLIERES

en Chamonix en el siglo XVI, los testigos habían reportado destrozos de ese tipo).[33]

Topografía de las lenguas terminales: acerca de esto, demos la palabra a Nicolás de Crans, comisario diputado de la Cámara de las Finanzas, investigador de las quejas de los habitantes de Chamonix en 1610. Al evocar las "hazañas" del glaciar (probablemente las de 1600-1610), escribió: "*Hemos... reconocido las ruinas que los glaciares y el rio Arve han hecho en el terruño de Chamonix en varios lugares, incluso el glaciar llamado de Bois* (mar de Hielo) *que produce miedo y terror en los espectadores, y que ha arruinado gran parte del terruño y el pueblo entero de Chatellard y arrasado totalmente con otro pequeño pueblo llamado Bonnenuict.*"[34]

¿Dónde se encontraban situados esos dos pueblos asesinados por el mar de Hielo: Chatelard y Bonnenuict (o *Bonanay* en el argot local)? Algunos terruños que aún conservan esos nombres y la tradición oral recopilada por Charles Rabot en 1920,[35] y por mí en 1960, coinciden con los datos contenidos en los alineamientos modernos y en el *viejo mapa* (ese catastro de 1730, que sitúa una capilla de Chatelard cerca de Tines). El Chatelard, cuyas ruinas aún eran visibles en 1920, se situaba a medio camino entre las aldeas de Tines y de Bois.[36]

En cuanto a la aldea de Bonanay, se encontraba inmediatamente al norte de la pendiente del Piget.[37]

Esta localización de los dos *Wüstungen* saboyanos confirma lo que indican ciertos cuadros y grabados antiguos y sobre todo el "*grabado a color del mar de Hielo, dibujado del natural por M. Jalabert y grabado por G. G. Geissler*"[38] (1777);

[33] Ver el principio del capítulo. Las discusiones locales no faltaban antes de 1590; pero no hablaban de los glaciares, en ese entonces aún inofensivos.

[34] AC Chamonix, CC 1, n° 81, f° 4, año de 1610. Texto publicado por Letonnelier, 1913, p. 291.

[35] Rabot, 1920.

[36] *Cf.* Figura VIII, en donde se localizan aproximativamente esas aldeas destruidas.

[37] *Ibid.*

[38] Grabado reproducido en Payot, 1950, lám. XV; y, más claro, en Bernardi, 1965, pp. 96-97.

confirma las deducciones a las que llegaron Rabot, Kinzl y anteriormente Saussure, al ver la posición de las morenas más avanzadas.[39] Es decir, en sus más fuertes máximos de los siglos XVII y XVIII, el mar de Hielo, al extenderse como un glaciar de llanura, *saltó* las elevaciones que protegen normalmente las localidades de Bois y de Tines; saltó la cuesta del Piget y dominó con su masa las vertientes que descienden hacia el Arve y los Tines. Es esta misma posición extrema la que alcanzó el glaciar de Bois entre 1600 y 1610. Al coronar el borde noroeste del Piget, luego de la última escalada, ese glaciar podía *llevarse* a Bonanay, según palabras utilizadas por Nicolás de Crans, por ser la aldea más expuesta; hoy en día no queda otro rastro más que un lugar, "una parcela de bosque cercada en el sur por una antigua morena";[40] y ese mismo glaciar dominó y acabó con Chatelard; bajo su masa aplastante, lo arruinó, lo aniquiló con derrumbes de seracs y con inundaciones que provenían de su masa terminal. Un bello texto inédito nos habla de esa posición, durante largo tiempo dominante, del mar de Hielo encima de las localidades de Tines-le Chatelard. En 1616, diez o quince años después de la primera catástrofe del Chatelard, Nicolás de Crans, testigo objetivo, atravesó las ruinas de esa aldea en donde vivían aún algunas pobres personas amenazadas y dominadas por la masa cercana del glaciar: "Pasamos por el pueblo de Chastellard en donde existen todavía unas seis casas inhabitadas excepto dos en las que viven pobres mujeres y niños aunque esas casas no les pertenecen. *Hacia arriba y tocando el pueblo,* hay un enorme y horrible glaciar de gran e inestimable contenido que no puede prometer más que la ruina de las casas y de las tierras que aún existen."[41]

Tal amenaza del glaciar dominante se declaró eficaz. En

[39] Rabot, 1920; Kinzl, 1932; Lliboutry, 965, p. 726 (mapa de las morenas del mar de Hielo; *cf.* Figura VIII).

[40] Carta de M. Bossoney, alcalde de Chamonix, dirigida a Ch. Rabot, citada en Rabot, 1920.

[41] AC Chamonix, CC 1, nº 81, fº 27, año de 1616.

una fecha indeterminada entre 1643[42] y 1700, las ruinas de Chatelard fueron totalmente evacuadas; y ya no se habló más de ellas.

Por lo tanto, precisiones topográficas: el glaciar de Bois "toca", en 1616, las ruinas de Chatelard, un kilómetro al frente de su punta terminal actual (1960). Del mismo modo, el glaciar de Argentiere, a principios del siglo XVII, llegaba hasta el pueblo de Argentiere y la aldea de La Rosiere, ahora separados del hielo por un gran bosque y por lo menos 1 100 metros. *"En el pueblo de La Rosiere y Argentiere, siete casas cubiertas por los glaciares, cuyos estragos continúan y progresan día con día. . ."* decía el texto de 1605 al referirse a los desastres de 1600-1605. En 1610, el investigador Bertier habla del glaciar "llamado de L'Argentiere o de La Rosiere";[43] este último nombre (glaciar de La Rosiere), hoy en día totalmente en desuso, sólo tiene sentido si el glaciar de Argentiere se encontraba, en ese entonces, muy cerca de la aldea de La Rosiere.

Proximidad evidente y, para La Rosiere, catastrófica, como lo veremos el 22 de junio de 1610, cuando sobreviene un nuevo derrumbe glacial. "Desde la *sumaria encuesta hecha por el Señor Bertier en abril de 1610, el glaciar de La Rosiere, al desbordarse el 22 de junio de 1610, habría arrasado por completo con ocho casas y 45 jornales de tierra"*.[44]

Según los testigos, esa catástrofe de 1610 se distinguió perfectamente de la de principios del siglo XVII (que tuvo lugar en 1600): en 1616, el testigo Nicolás Granjean subrayó que "el glaciar de La Rosiere acabó con ocho casas, cinco

[42] En 1643, Le Chatelard es mencionado, por última vez, como aldea (hábitat real ¿o simple ruina?). *Cf.* el texto citado *infra,* en nota 104, a propósito del avance de 1642-1643. Pero, desde 1632, ya no pertenece a los hábitat que pagan la talla (AC Cham., CC 3, nº 84, año de 1632).

[43] AC Chamonix, CC 1, nº 81, citado por Mougin, 1912, p. 144. Bertier, luego de recorrer el glaciar de Bois, remonta el Arve hacia el noreste, y "pasando más allá (escribe), hacia el pueblo llamado la Bonneville, luego hacia otro llamado La Rosiere y aun otro que se nombra Largentiere, hemos *reconocido que el glaciar llamado de Largentiere o de La Rosiere ha deteriorado mucho territorio. . ."*

[44] AC Chamonix, CC 1, nº 81, texto del año 1616.

graneros..." y no menciona "los estragos acaecidos 15 o 20 años antes" (por lo tanto, hacia 1596-1601) ni los desastres "de seis o siete años antes"[45] (es decir hacia 1609-1610).

Tres años más tarde, en 1613 o 1614, el *"desbordamiento"* del Arve, tan crecido por las aguas de fusión de los enormes glaciares, terminó con la aldea de Bonneville,[46] ya muy afectada en 1600-1605 y en 1610. El Arve cambió su curso y barrió con las casas de madera de ese pequeño lugar. La tradición oral (que evidentemente debemos manejar con prudencia) parece confirmar, sobre este punto, lo que dicen los textos: según M. Couttet y el guía L. Ravanel (1960-1961), la Bonneville se situaba cerca del Arve, entre los Tines y Argentiere, más exactamente entre las actuales aldeas de Grassonnet y de Chosalets.[47]

En 1616, Nicolás de Crans, alertado por las quejas de sus aldeanos, fue a investigar y su texto proporciona la precisión capital acerca de la topografía del glaciar de Argentiere; éste se extendió ampliamente en la llanura, a más de un cuarto de legua adelante de sus posiciones contemporáneas (siglo xx); y permaneció contiguo a la aldea de La Rosiere, en el costado sur de su masa frontal. Todos los textos del expediente Crans (año de 1616) concuerdan:

> La Rosiere, encima del cual se encuentra un gran glaciar del que caen gran cantidad de piedras que han cubierto y estropeado gran cantidad de tierras...[48]
>
> La Rosiere, que se encuentra en constante peligro...[49]
>
> El gran glaciar de La Rosiere, que de vez en cuando se mueve, avanza, desde hace cinco o seis años... es imposible sacar fruto alguno de los lugares en los que se ha extendido... el declarante (Michel Faure, de La Rosiere) ha perdido una casa y un granero totalmente sumergidos, siéndole imposible, a él y a otros que han sufrido la misma pérdida, oponerse o impedir la furia de dicho glaciar.

[45] AC Chamonix, CC 1, nº 81, fº 47 vº, año de 1616.

[46] *Ibid.*: "Hace ya casi 30 meses que el pueblo de la Bonneville fue arruinado por el Arve." (Texto de 1616.)

[47] *Cf.* Figura XIV.

[48] AC Cham., CC 1, nº 81, año de 1616.

[49] *Ibid.*, fº 57.

Y, para terminar, el texto decisivo que da claramente la topografía sur del frente de Argentiere, en 1600-1616:[50] "Detras del pueblo de los Rousier, se estropearon 43 jornales (de tierra) y no quedaron más que piedras y algunos bosques de poco valor, y además ocho casas, siete graneros; cinco pequeñas granjas se han arruinado y perdido completamente por la impetuosidad de un *gran y horrible glaciar que*



FIGURA IX. *Este croquis a escala 1/32 000 de la región de Argentiere-La Rosiere se calcó y redujo del mapa topográfico a escala 1/20 000 (hoja de Chamonix núms. 5-6), trazado en 1949. Agregué a esa calca las indicaciones 1 y 2, anotadas en el lugar mismo, en compañía y bajo sugerencia del Sr. Louis Ravanel, guía de Chamonix, y cuya familia vive desde hace tiempo en La Rosiere.*

3 : Camino actual de Chosalets a La Rosiere.

2 : Antiguo camino de Chosalets a La Rosiere.

1 : Final y corte de ese camino y ruinas de las granjas, todo engullido dentro de la antigua morena terminal (1600-1620) del glaciar de Argentiere (esas ruinas se encuentran en el croquis 19, al pie del número "1").

50 AC Chamonix, CC 1, nº 81, fº 44.

está hacia arriba y va alcanzando algunas de las casas que quedan." Por tanto, aún en 1616, años después de los desastres que ya había provocado en La Rosiere en 1600 y 1610, el glaciar de Argentiere continuaba "alcanzando" ("va alcanzando") las casas de ese pobre pueblo particularmente dañado.

El glaciar de Argentiere presentaba en 1616 la forma vagamente bífida que mostraría aún en un grabado de 1830[51] (pero más acentuada y más adelante): una masa descendía hacia el pueblo de Argentiere, otra hacia la aldea de La Rosiere. Entre las dos surgió un torrente subglacial: el Arveyron o Arberon. Y así, se explica perfectamente la expresión empleada repetidamente por todos los testigos de 1616[52] y que tanto intrigó a Kinzl: "El río Arveyron que desciende de la cima de la montaña en medio de dos grandes glaciares."[53]

Otro mérito del texto de 1616: da cuenta perfectamente de la actual configuración del terruño de La Rosiere: una vieja morena, formada de desprendimientos de "grandes rocas",[54] rodea efectivamente el pueblo actual en la parte norte; está coronada de abetos más que seculares; marca un antiguo límite de la extensión meridional del glaciar de Argentiere. Un camino empedrado, proveniente del N-O, se pierde y desaparece en esos desprendimientos morénicos[55] que lo han cortado claramente: según la tradición local, se trata del antiguo camino de los Chosalets a La Rosiere. Ese camino está rodeado de basamentos cuadrangulares de muros perfectamente visibles y medio escondidos en las morenas en su reborde sur, y en su extremidad este,

51 *Cf.* la reproducción de este grabado en Mougin, 1910.

52 *Ibid.*: AC Cham., CC 1, nº 81, año de 1616.

53 La confusión de Kinzl provino del hecho siguiente: Kinzl confundió el Arveyron de l'Argentiere con el torrente del mismo nombre que sale del glaciar de Bois. Por una vez, erróneamente, Kinzl estuvo de acuerdo con Mougin, que estaba equivocado (Mougin, 1912, p. 157). Pero, después de recurrir al documento original, se ve que se trataba del Arveyron de *Argentiere*, y no del Arveyron de *Bois* (AC Cham., CC 1, nº 81, año de 1616).

54 Nótese la concordancia de hecho con las "grandes piedras" mencionadas en el texto del expediente Crans, citado anteriormente.

55 *Cf.* el mapa de la Figura IX, en relación con los alrededores de La Rosiere.

precisamente en su intersección con la morena: ruinas de pequeñas granjas, destrozadas por el glaciar (tradición oral confirmada por los textos de 1616 y por la topografía).

Ese terreno alterado, hoy pacíficamente ocupado por bosques, así como esas ruinas, son muy probablemente estigmas de las catástrofes de 1600-1610. Y la confirmación de las declaraciones del expediente de Crans: el glaciar de Argentiere, en sus dimensiones máximas de la edad moderna (1596-1616), se acercó efectivamente al pueblo de Argentiere, pero también, más al sur, *alcanzó* y rodeó La Rosiere.

Así pues, teníamos el mar de Hielo en la cuesta del Piget y el glaciar de Argentiere constantemente en contacto con La Rosiere en las primeras décadas del siglo XVII: en ambos casos existe una distancia de un kilómetro por lo menos hasta los frentes actuales. Ese considerable desarrollo duradero explica el régimen de destrucciones glaciares y también las inundaciones catastróficas,[56] que destruyeron por completo tres aldeas de origen medieval (Le Chatelard, Bonnenuit y La Bonneville) y que dañaron profundamente una más (La Rosiere), en un lapso de dieciséis años.

En todo esto tenemos un "gran olvidado": es el glaciar de Bossons. ¿Acaso se había desarrollado también mucho en 1600-1616? Es probable. En efecto, durante la encuesta de 1616, Nicolás Grandjean, de 65 años de edad, declara:

> ...que hace aproximadamente 40 años que frecuenta dicha parroquia y el valle de Chamonix en el que ha visto y constatado que la impetuosidad de los *nants*,[57] glaciares y ríos que se encuentran en ese valle de Chamonix han causado de vez en cuando grandes e inestimables destrozos... Señaló que los más importantes destrozos fueron los que acaecieron hace seis o siete años y *primeramente desde el pueblo de Foulier (Le Fouilly*, comuna de Houches) *hasta el priorato*, el río Arve y la multiplicidad de los *nants* y *glaciares destiladores* han hecho grandes daños.

[56] Como lo describió Mougin, 1912, p. 145: "Es indudable que la acumulación de masas considerables de hielo en el fondo del valle, a una altura algo baja, debía acarrear una fusión intensa durante la estación calurosa y, por tanto, un régimen excepcional de crecida en los ríos procedentes de los glaciares" (respecto a las grandes crecidas del siglo XVII).

[57] *Nant*: palabra dialectal que significa "torrente".

Texto inequívoco:[58] el único glaciar cercano a la planicie entre Los Houches y Le Prieuré (actual pueblo de Chamonix) es el de Bossons. Fue descrito en 1610 como el más peligroso y nocivo de todos; y desde entonces ya se encontraba en fuerte crecida, como lo volvería a estar en 1640-1645.

Los archivos de Chamonix tienen además otro interés: definen puntos importantes de cronología glacial. Ante todo, en los detalles del acontecimiento: ningún texto nos dice la fecha exacta de la primera catástrofe de Chamonix (la que ocurrió alrededor de 1600). Pero, por una parte, la encuesta de la Cámara de las Finanzas[59] (1605) fijó un *terminus a quo* (1600, fecha de la reforma de las tallas), y un *terminus ad quem* (1605, fecha de la encuesta en sí). Por otra parte, el testimonio de Nicolás Grandjean[60] sitúa el episodio entre 1596 y 1601. Por confirmación y por definición de una "horquilla" cronológica, podemos concluir que el primer máximo desastroso se produjo en 1600 o 1601: coincidencia rigurosa, como podrá verse, con las máximas contemporáneas de Grindelwald y del Vernagt.

En todo caso, ésa era la cronología que creí poder presentar en la primera edición de este libro (1967). Después de esa fecha, M. Roger Couvert, un buen erudito de Chamonix, descubrió un nuevo texto conservado en los archivos particulares de una familia de ese lugar. En resumen, dice así: el 6 de abril de 1600, el notario Blanc, de Aosta (en la actual vertiente italiana del Mont-Blanc), recibió la visita de un tal Jacques Cochet del pueblo de Bois cerca de Chamonix. Ese señor Cochet era pues un vecino del mar de Hielo. En nombre de sus conciudadanos de Bois, hizo dos preguntas al notario:

1. ¿Es verdad que los glaciares de la vertiente italiana, particularmente el de la Brenva, han retrocedido recientemente, para tranquilidad de sus vecinos?

2. ¿Es verdad que los habitantes de Courmayeur han en-

[58] AC Cham. CC 1, nº 81, citado por Mougin, 1912, p. 183.
[59] Texto citado con anterioridad *supra*, en el mismo capítulo, nota 30.
[60] Ver *supra*, pp. 202-203.

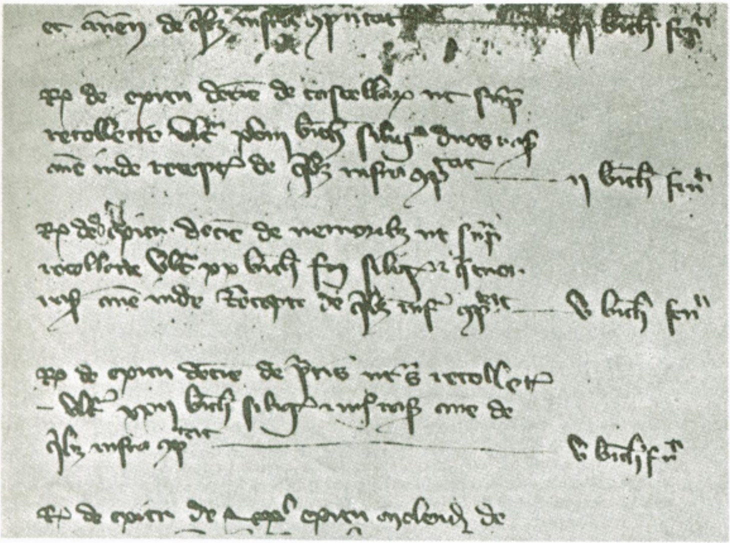
viado recientemente una delegación a Roma para suplicar al Santo Padre que pida a Dios que se retiren de una vez por todas los glaciares...?

La respuesta del notario, corroborada por la de algunos testigos, fue doblemente negativa: en primer lugar, la gente de Courmayeur no había enviado a nadie a Roma. Habían preferido poner directamente el asunto en manos de Dios (sin la participación intermediaria del Santo Padre). En segundo lugar, los glaciares del grupo de la Brenva no se habían retirado: seguían igualmente amenazadores...

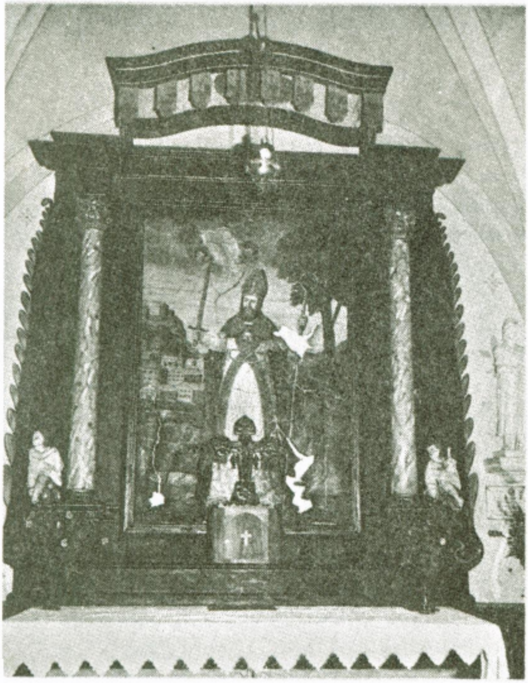
Este texto es capital: demuestra de una vez por todas que en Chamonix como en Courmayeur, en el mar de Hielo como en la Brenva, o sea en las dos vertientes actuales del Mont-Blanc, italiano y francés, los glaciares emprendieron una espantosa expansión desde 1600, hasta tal punto que se justifica el pánico de los montañeses que se desplazaban de casa en casa en costosas delegaciones, para saber hasta dónde había llegado el desastre, o escuchando falsos rumores de embajadas hacia Roma, para conjurar al Papa a que exorcizara los glaciares con sus plegarias... La cronología catastrófica, fijada en 1600, que hemos deducido del expediente Crans y de los papeles de la Cámara de las Finanzas, se encuentra perfectamente confirmada por ese viejo libro mágico notarial, recientemente exhumado por M. Couvert de los papeles de una familia de Chamonix...[61]

[61] Éste es el texto de esa acta: "En el nombre de Dios, Amén. El año 1600 y el día 16 de abril, ante mí, notario local que suscribe, se presentó Jacques Cochet, del pueblo de Boet (Bois) parroquia de Chamony en Foucigny, quien afirmó por juramento y en verdad ser enviado a venir expresamente para ser informado si la parroquia de Cormayeur, en el presente país de Aosta, mandó a Roma con Su Santidad para saber si los glaciares de las montañas de dicho lugar de Cormayeur se han retirado hacia atrás como lo han oído y habiéndose dirigido al honorable Alexandre Genon del mismo lugar y de otros quienes han dicho la misma cosa y certificado que los glaciares están aún en el mismo lugar como lo ha deseado Dios y no de otra manera haberse cambiado o movido y menos los de la parroquia de Cormayeur ni que se haya ido a Roma para tal hecho, dejando todo a la mano de Dios. De todo lo expuesto anteriormente por parte del demandante, yo, notario presente y levantando la presente acta para lo que se requiera. Hecho en la ciudad de Aosta en la casa de mí, notario que suscribe y en presencia de Alexandre Genon y de Don Sulpis Tissieur, sastre, habitante de Aosta como testigos.

Blanc. not. (notario)."



I



II

I. El Chatelard a finales del siglo XIV. *Mención de los pueblos de Chatelard —que fuera destruido a principios del siglo* XVII *por el avance del glaciar de Bois—, de Bois y de Praz en las más antiguas cuentas del priorato de Chamonix (1380-1390):* de exitu decime de castellare... *(2* bichets *de centeno —*bichet, *medida para granos de 20 a 40 litros—),...* decime de nemoribus... *(5 bichets),...* decime de pratis... *(5 bichets).*

FUENTE: *A. D. H. S.,* 10 G 226-265, *primeras cuentas. Foto: Archivos del Herault.*

II. San Teódulo del Chatelard. *La capilla de San Teódulo, "llamada del Chatelard o de Tines"* (infra, *anexo 7A) aún existe. Sólo ahí se conserva el lejano recuerdo del antiguo Chatelard destruido por el glaciar de Bois. Los aldeanos construyeron ese pequeño lugar de culto para conjurar, dicen, una epidemia de peste, y quizá también para exorcizar el avance, entonces amenazadora, del glaciar de Bois. Se construyó hacia 1640-1650,*[1] *río abajo del lugar ya muy afectado del Chatelard que, sin embargo, le dio su nombre; luego se identificó con el nuevo hábitat de Tines, construido cerca de ahí para reemplazar y suceder al Chatelard; de ahí la toponimia significativa que le atribuyen los textos 1693-1702: "la capilla de San Teódulo de Chatelard, llamada de Tines". La lámina representa un cuadro ingenuo y deteriorado, colocado sobre el altar de la capilla y seguramente pintado hacia 1640-1700: San Teódulo, obispo de Sion, con una canasta de huevos de Pascua, obliga al diablo a transportar hasta Roma una campana pascual.*

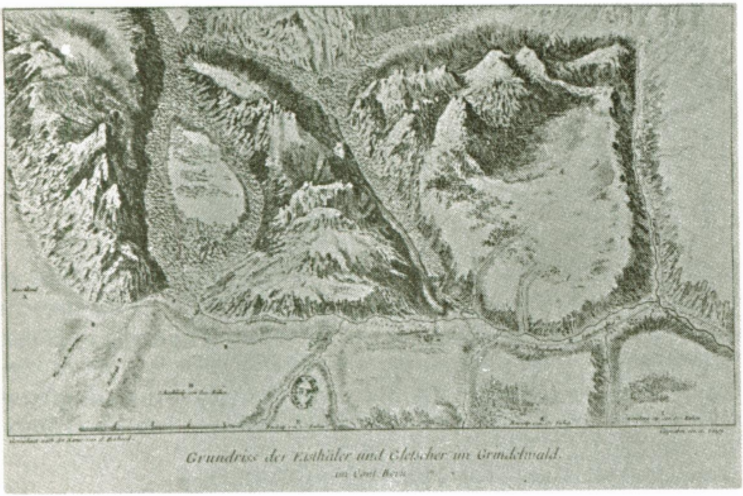
Foto: Madeleine Le Roy Ladurie, 1966.

1. Según una placa colocada en la propia capilla.


Abbildung des Gletschers im Grindelwaldt in der Herschafft Bern.

III

IV


Grundriss der Eisthäler und Gletscher im Grindelwald.
im Cant. Bern

III. Grindelwald en 1640. *Hacia 1640, el glaciar inferior de Grindelwald, grande y erizado de seracs, ocupa totalmente la garganta y el valle lateral que lo contienen, hasta el final de este último, en el valle propiamente dicho de Grindelwald, mucho más adelante que en su posición actual (grabado tomado de Merian, 1642).*

En primer plano, el Lutschine blanco, emisario del glaciar. A la izquierda del grabado, el Mettenberg; en el centro, el Fischerhorn; a la derecha, el Hörnli (pequeña prolongación del Eiger).

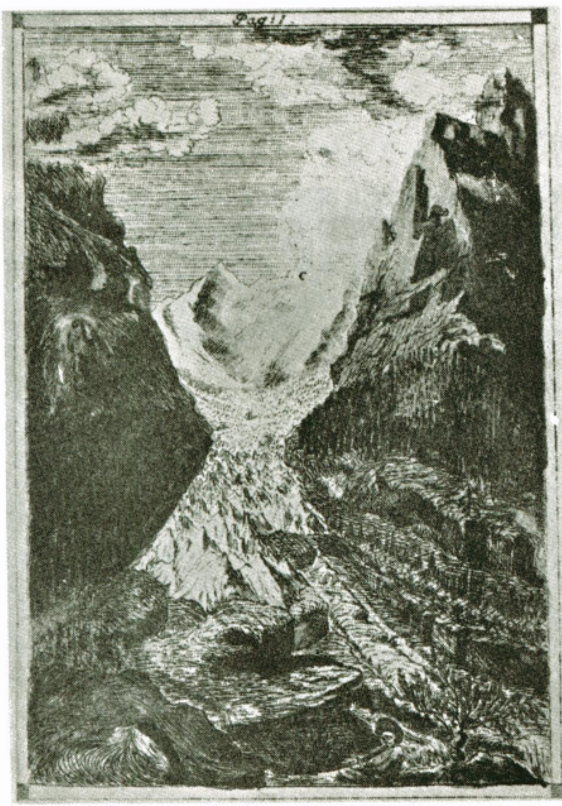
Foto: Biblioteca Nacional.

IV. Mapa de los glaciares de Grindelwald en 1686. *Nótese en el extremo superior del* glaciar inferior *(glaciar de la derecha que llega al pueblo, la roca de "feuilles chaudes", o* Heisse Platte. *Esa roca, en sombreado, emerge de los seracs, en la confluencia de los dos glaciares, cuya reunión constituye el glaciar inferior.* (Dibujo de Herbord en 1686, reproducido de Grüner, 1760 y 1770.)

Foto: Biblioteca Nacional.


Aussicht der Eisgebirge und Gletscher im Grindelwald
im Cant: Bern.

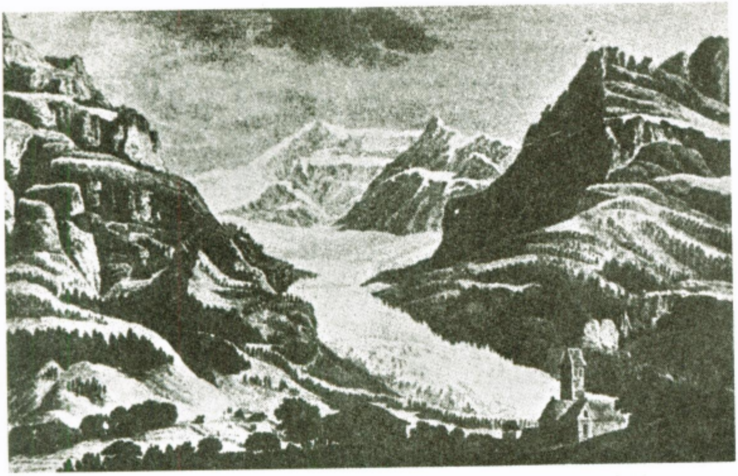
V


Pag11.

VI

V. Grindelwald en 1720. *Los dos grandes glaciares de Grindelwald, hacia 1719-1720, descienden hasta el valle principal.*
Dibujo de F. Meyer, hacia 1720; grabado tomado de Grüner, 1760 y 1770. *Foto: Biblioteca Nacional.*

VI. Grindelwald en 1748. *El glaciar inferior de Grindelwald, en 1748, llegaba más abajo que hoy en día; casi tocaba la Marmorbruch (cantera de mármol), señalada con la letra F, a la derecha del valle, mientras que ahora su punta es apenas visible desde ese mismo sitio. Río abajo, llegaba más allá de las crestas rocosas de la orilla derecha (a la izquierda del grabado), lo cual ya no era así en 1966, puesto que la parte visible del glaciar toca una orilla derecha totalmente libre de árboles.*
FUENTE: Altmann, 1751.



VII

VIII

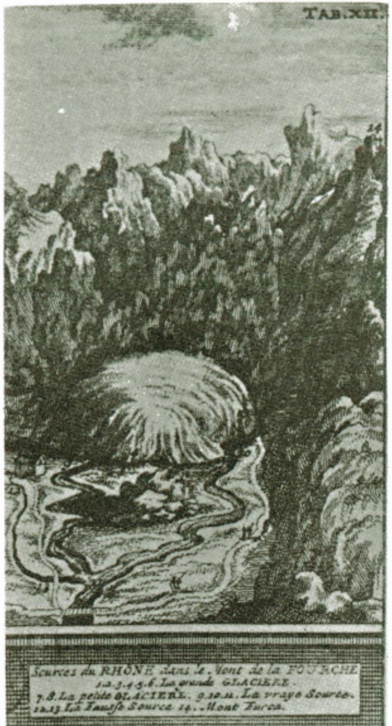


VII. Grindelwald hacia 1775-1780. *Posiciones aún muy avanzadas del glaciar inferior (grabado de Besson.)*

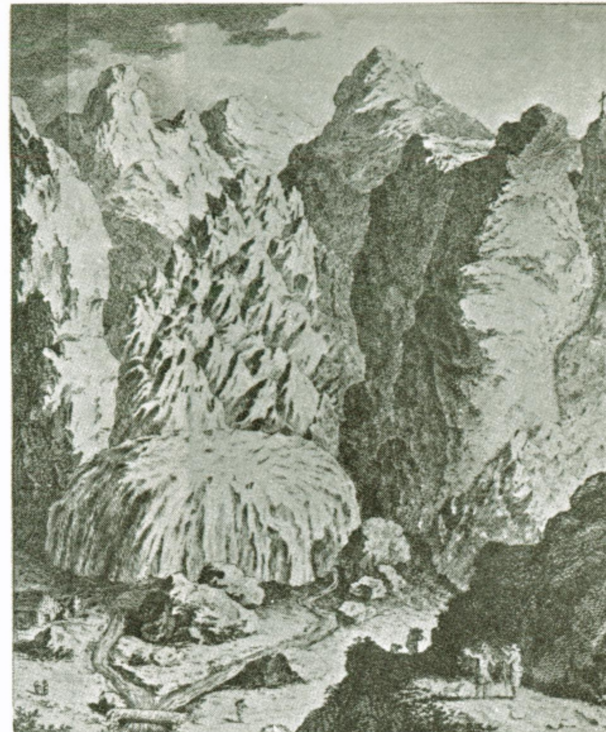
Foto: M. L. R. L., 1966, *tomada de un ejemplar del grabado conservado en el albergue de Marmorbruch, de Grindelwald.*

VIII. Grindelwald en 1966 (vista tomada desde el pueblo). *El glaciar inferior ya no es visible desde la garganta donde se extendía en los siglos* XVII, XVIII *y* XIX. *Se retiró río arriba.*

Foto: M. L. R. L., 1966.


TAB.XII.
Sources du RHÔNE dans le Mont de la FOURCHE
1.2.3.4.5.6. La grande GLACIERE.
7.8. La petite GLACIERE. 9.10.11. La vraye Source.
12.13 La Fausse Source 14. Mont Furca.

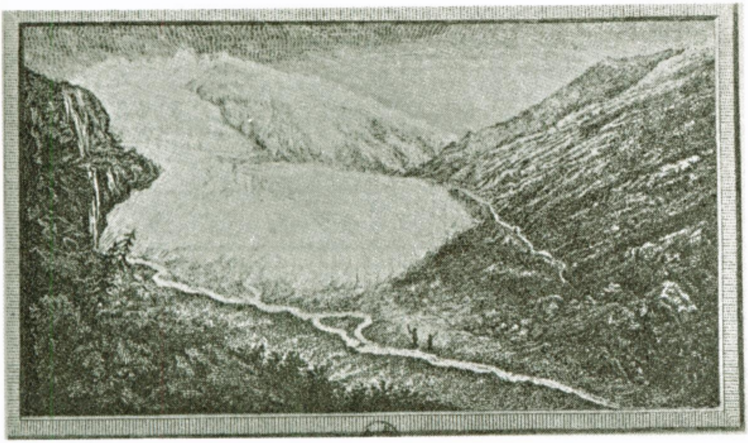
IX



X

X. El Rhonegletscher hacia 1720. *Hacia 1720, el glaciar del Ródano, formaba* pecten *y se extendía en el pequeño valle de Gletsch. (Dibujo de F. Meyer, hacia 1720; grabado reproducido en Grüner, 1760 y 1700.) De igual manera que Scheuchzer en el grabado anterior, Meyer presenta aquí un atajo pedagógico, además del Rhonegletscher, el glaciar lateral, llamado* Muttgletscher, *a la derecha de su dibujo, en (6).*
Foto: Biblioteca Nacional.

IX. El Rhonegletscher en 1705. *Río abajo de la caída de seracs (1), el glaciar forma* pecten *(3, 4 y 5) en el pequeño valle de Gletsch; el Muttbach llega hasta él y lo bordea en su lado izquierdo (en 10, a la derecha de la imagen). El nacimiento del Ródano es "bicorne". (Grabado copiado de Scheuchzer, 1723, volumen II.)*
Foto: Biblioteca Nacional.



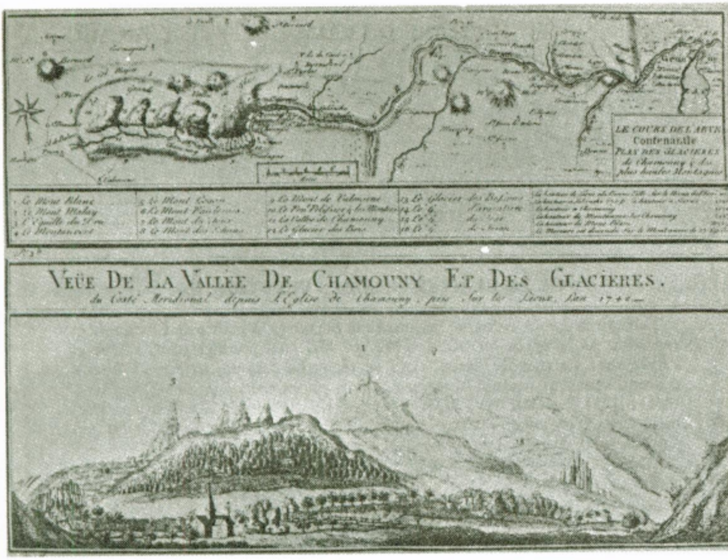
XI

XII



XI. El Rhonegletscher en 1778. *En 1778, el glaciar del Ródano formaba* pecten, *obstruía el valle de Muttbach y ocupaba el de Gletsch (grabado copiado de Bourrit, 1785, y dibujado del natural por este mismo autor).*
Foto: Biblioteca Nacional.

XII. El Rhonegletscher en 1966. *Fotografía tomada en el verano de 1966 por Madeleine Le Roy Ladurie; desafortunadamente, el cielo estaba cubierto (no nos fue posible, en diferentes viajes, acercarnos al Rhonegletscher bajo un cielo puro). El frente del glaciar se encogió, como un bloque de hielo, sobre el cerrojo rocoso, a su vez casi totalmente desnudo. El* pecten *de la llanura no es más que un recuerdo. El Muttbach, riachuelo visible a la derecha de la foto, al salir del valle lateral, se echa directamente en el Ródano sin que las masas glaciales le obstruyan el paso, como en los siglos anteriores.*


LE COURS DE L'ARVE
Contenant le
PLAN DES GLACIERES
1 Le Mont Blanc
4 Le Montanvert
VEÜE DE LA VALLEE DE CHAMOUNY ET DES GLACIERES.

XIII

XIV



XIII. La primera iconografía de Chamonix (1742). *Estos croquis, hechos en el lugar mismo por Martel en 1742, fueron tomados de la* Bibl. Nac., *oficina de las* Estampas, *expediente "Etats Sardes et Savoie" (Estados Sardos y Saboya), codificación V b 1. (V b 1 y V b 2 son muy ricos en imágenes convincentes de la "pequeña edad glacial" en los Alpes).*

A pesar de sus torpezas, este dibujo es evidente sin duda: el glaciar de Bois (nº 12) se ve "desde la iglesia de Chamouny... en el año 1742". Contraste clásico con la situación actual.

Foto: Ed. Flammarion.

XIV. El Valle de Chamonix hacia 1770. *Según tengo entendido éste es el tercer grabado, cronológicamente hablando, que representa los glaciares de Chamonix (si excluimos el extraño dibujo, quizá invertido "en un espejo" y que aparece en Grüner, 1760). El mar de Hielo se extiende ampliamente, como glaciar de pie de montaña, en un paisaje del que hoy en día ya ha desaparecido. En segundo plano, los glaciares de Argentiere y de Tour también muy desarrollados.*

FUENTE: *Bourrit*, 1773, p. 80.



XV

XVI



XV. El glaciar de Bois hacia 1800-1820. *Cuadro de Linck conservado (hasta hoy en día) en la alcaldía de Chamonix y reproducido aquí según Mougin, 1912, lám. VII. En primer plano, el Arve y el Arveyron. El mar de Hielo, "que se dobla en curva como un brazo" (Hugo), desciende "casi hasta la llanura". En la foto* homóloga *tomada por Mougin en 1911* (cf. *Mougin, 1912, lám. VIII), el mar de Hielo había desaparecido totalmente de este paisaje y había dejado sólo unas cuantas morenas en el antiguo lugar ocupado por su lengua terminal del siglo* XIX.

Mougin, 1912, p. 165, al cabo de un buen estudio crítico, fecha esta obra hacia 1800-1823. No tuvimos autorización para fotografiar el original.

XVI. El mismo paisaje, en julio de 1966. *El mar de Hielo, en debacle secular, emprendió la retirada hacia el Montenvers. El antiguo arco glacial ha desaparecido, dejando su lugar al Arveyron, torrente de cascadas.*

Foto tomada desde La Flégère, por M. L. R. L.

Los archivos de Chamonix, presentados ampliamente en un párrafo anterior, ofrecen por otra parte las perspectivas de una cronología a largo plazo: puesto que La Rosiere, Bonnenuit-Bonanay y Le Chatelard eran aldeas muy antiguas. Su destrucción por parte del glaciar indica un estado de crecida máxima jamás igualada en los siglos anteriores.

Más precisamente, esos acontecimientos destructores implican por lo menos dos presuposiciones que presentamos a continuación:

1. En el momento en que fueron fundados esos sitios, los frentes glaciales se encontraban relativamente alejados, y no parecían una amenaza para esos lugares recién colonizados.

2. En la época siguiente, época intermedia entre esas fundaciones y las destrucciones finales, los glaciares pudieron acercarse bastante a esos lugares, una o varias veces. Pero esos acercamientos siempre quedaron en límites razonables y claramente alejados del último de ellos (1600-1610), que fue tan importante que llegó a eliminar esas aldeas.

Se trata de puntos de vista completamente teóricos, claro está. Pero esta teoría puede desembocar en una cronología concreta: puesto que no faltan documentos, aunque en su mayoría son inéditos, que describen la vida y la historia de esos pueblos perdidos,[62] antes de la incursión mortal de los glaciares.

Primero Le Chatelard. Ese lugar, topónimo de baja latinidad, evoca un lugar fortificado, que cuida el desfiladero de los Tines. Quizá existan pruebas desde 1289; y seguramente desde 1384: de 1384 a 1640, las cuentas del priorato de Chamonix, bastante bien conservadas, mencionan diezmos pagados en trigo o en dinero en esas tres aldeas vecinas: Le Chatelard, Bois y Praz; el diezmo del Chatelard era generalmente el más importante de los tres. En 1458, 1467 y 1521, los textos mencionan los nombres de los colonos del Chatelard (tales como Jean Audran y los cuatro Gaudin) y confirman la posición del lugar, *bajo la vertiente* de Bois

[62] Todas las referencias acerca de las aldeas perdidas o medio perdidas a causa de los glaciares —Le Chatelard, Bonanay y La Rosiere— se encuentran en el anexo 7.

(o sea bajo la Roca de Cotes o Cote du Piget). En 1521-1522, se cobró el diezmo sobre el cáñamo en el Chatelard. En 1523, se señalan campos cultivados *bajo el pueblo* y quizá un molino. En 1528, 1530, 1540, 1544, 1549, 1554, 1561, etc., las transacciones monetarias se dieron vuelo entre las familias Gaudin, Lechiaz, Simon, Cachat, etc. En 1559, los habitantes de Chamonix se negaron a pagar un *bichet** de cebada como premisa a los canónigos de Sallanches, y estos últimos hicieron un recuento de los jefes de familia del lugar, todos ellos deudores: Le Chatelard, La Rosiere y La Bonneville, tres localidades que serían destruidas medio siglo más tarde, tenían respectivamente en 1551, 21, 20 y 13 hogares; era tanto o más que la población de las aldeas que habrían de sobrevivir como Argentiere (20 hogares) o Bois (16 hogares).

En 1562, otra huelga de diezmo nos ofrece una descripción del Chatelard. Jean Faure, habitante del lugar, prestó su casa para almacenar los trigos de los canónigos. Sus vecinos, furiosos por esa traición, *"provocaron la fractura"* de esa casa. Pero no la quemaron por miedo a incendiar todo el pueblo, construido con *"tablas delgadas"*. Podemos entonces deducir que Le Chatelard era una aglomeración de chalets con basamentos de piedra y muros de madera; chalets algo apretados, más bien amontonados unos contra otros. Otro hecho interesante: en el momento de la investigación consecutiva a esta agresión, una decena de personas "que tenían casa en Le Chatelard" atestiguaron, y algunas de ellas tenían aproximadamente 80 años de edad.

Incluso en 1564, 1565 y 1570, varios campesinos adquirieron, mediante compra o cambio, tierras o casas o el Chatelard. Los compradores no parecían preocupados por ninguna perspectiva de peligro glacial. Esas transacciones continuaron hasta finales del siglo, hasta 1600 inclusive, en que se efectuaron intercambios de casas entre los habitantes de Le Chatelard. En 1602, ya no hubo nada (la catástrofe sobrevino, lo sabemos, entre 1600 y 1605; probablemente en

* *bichet*: antigua medida para granos (20 a 40 litros).

1601).[63] En 1616, ya lo hemos visto, algunas casas en ruinas aún se encontraban habitadas por gente pobre, pero los propietarios se habían marchado. Encontré que, en 1622, hubo una adquisición de una "*granja* situada en Le Chatelard": el comprador era un habitante del Lavancher, aldea perdonada por los glaciares. Pero ya no se trataba de casas señoriales.

Luego, nada más. Le Chatelard no era más que un lugar, una subdivisión diezmal comprendida entre los Tines, el Arve, el Lavancher y la morena o *barranco* del glaciar de Bois. La capilla de San Teódulo del Chatelard (construida entre 1640-1650) se consideraba, en 1693 y 1702, parte del pueblo de Tines —en el que se refugiaron probablemente los habitantes del Chatelard. Todo parece indicar que el glaciar de Bois, debido a su amenazador avance hacia Le Chatelard, empujó y desplazó a los habitantes del lugar hacia los Tines, donde se sentían más protegidos.[64]

La suerte de Bonanay,[65] otra de las aldeas destruidas, también es típica de una cronología: largo período de seguridad, luego brutal incursión glacial.

Bonanay siempre fue un lugar aislado y minúsculo que agrupaba menos de 10 casas. En 1458, sólo se conocían ahí algunos trigales, *terra Bonenoctis* (nótese que, desde esa época, *Bonanay* se tomaba como el equivalente, en lengua vulgar, de Bonnenuit (buena noche), nombre que no parece ser muy antiguo y que significa lugar tranquilo (protegido del viento). En 1523, había algunas construcciones agrícolas (*curtilis* o *curtinis*). En 1556-1557, un tal Hugo (Hugo de *Bonanex*, también propietario en Chatelard) se instaló en ese lugar. En 1562, ya había construcciones, una o varias casas: al ser interrogado acerca de una de las rebeliones diezmales, Jean Faurefuye declaró "que no sabe quién cometió esas insolencias, puesto que en *ese momento él se encontraba en otra de las casas situadas en Bonnenuyt*". En 1571, se reparte un *courtil* (una granja) y sus dependencias.

63 *Cf.* la "horquilla" cronológica anteriormente definida.

64 Texto de 1755, precisiones catastrales, etc.: anexo 7 y lámina II fuera de texto.

65 Para referencias, *cf.* también el anexo 7.

En enero de 1591, aún no parecía existir el miedo a las catástrofes, ya que Georges Gaudin adquirió, por 27 florines, un lote situado "*debajo de Bonnanech*".

Después del desastre —cuando el mar de Hielo saltó por encima del Piget y descendió sobre Bonanay— ese lugar desapareció. Quedó únicamente un lugar que los textos de 1679 señalan como situado muy cerca de una "*morena, ruina* o *precipicio*".

En cuanto al topónimo de La Rosiere, no parece muy anterior a los grandes desmontes. En los textos de Chamonix, aparece quizá desde 1315; y seguramente en las cuentas de los diezmos a partir de 1390: las entregas de granos de La Rosiere son más importantes, desde ese momento, que las de la aldea vecina de Argentiere. Desde el siglo XV, un habitante de La Rosiere era uno de los 11 síndicos de la comunidad de Chamonix; y la vida ahí se prolongó hasta finales del siglo XVI.

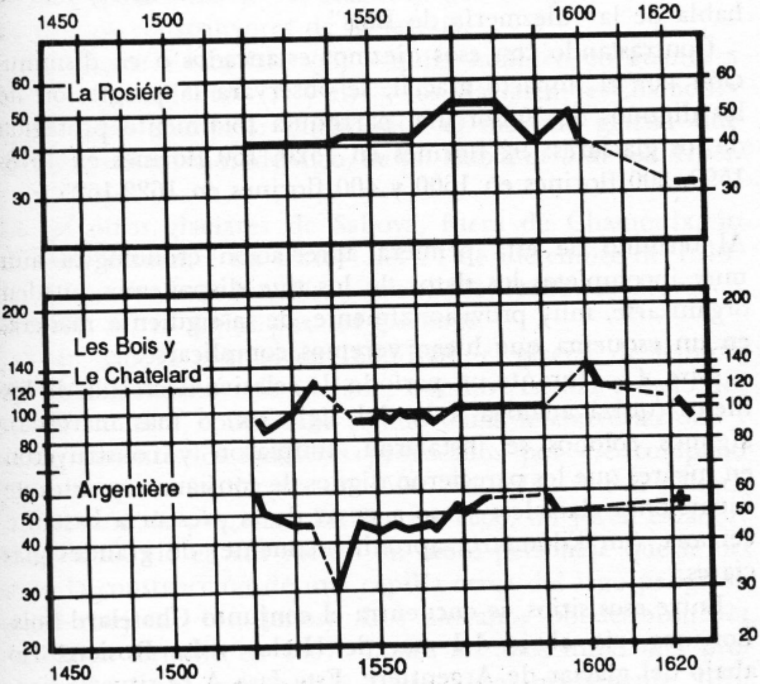
Las cuentas de diezmos,[66] examinadas por sí solas, completan la información de esas monografías aldeanas.

Esas cuentas de Chamonix reflejan, efectivamente, dos tipos de evolución divergentes en el siglo XVI y principios del XVII: en las aldeas poco o nada expuestas a los glaciares, los diezmos pagados en dinero (en florines) aumentaban más o menos según la inflación del siglo y quizá también debido a un alza en la producción real. Por el contrario, en las aldeas directamente sometidas a las incursiones glaciales (Bois, Chatelard, La Rosiere, Argentiere, Tour) los diezmos que se pagaban en florines permanecieron estacionarios en el siglo XVI (sobre todo en la segunda mitad); estacionarios también en los primeros 30 años del siglo XVII. Ese estancamiento nominal durante un largo período de alza de precios, traduce una baja en la producción *real*: observemos simplemente que esa baja sólo ocurre en los terruños que vivieron la invasión progresiva de los frentes glaciales. Particularmente en La Rosiere, cuyos límites fueron tan afectados por las catástrofes de 1600-1610;[67] el ingreso diezmal

[66] Anexo 7.

[67] Estas cuentas se conservan en ADHS, 10 G (fondos de la Colegial de

bajó de 50 florines en 1577-1600 a 32 florines en 1622. En la Bonneville, vieja aldea del siglo xv ya mencionada y destruida en 1614 por el desbordamiento del Arve, el diezmo disminuyó de 50 florines en 1570-1602 a 26 florines en 1625;



GRÁFICA XI. Rendimiento de los diezmos de Chamonix *(en florines), en las diezmerías inmediatamente subglaciales y afectadas por los avances glaciales como los que ocurrieron entre 1580 y 1620. (1. Diezmo de Argentière; 2. Diezmo de Bois y de Chatelard; 3. Diezmo de La Rosiere). La escala empleada es semilogarítmica. En abscisas, los años; en ordenadas, los florines.*

N.B.—Se aprecia el estancamiento (o incluso el descenso en la curva 3), en valor nominal, de los ingresos diezmales. Tal tendencia en fase larga de inflación viva es significativa de una baja en los almacenajes reales.

Sallanches, priorato de Chamonix). *Cf.* las gráficas XI y XII que aclaran la evolución de esos diezmos.

en Bois y en Chatelard, el diezmo permaneció estable; pero se adivina la desaparición de uno de los poblados, puesto que el diezmo, que se había denominado siempre, desde 1520 hasta 1590, de Bois y de Chatelard (*Nemorum et Castellarii*), a partir de 1600 (de 1600 a 1625, último diezmo del que se tiene referencia en los documentos) sólo se habla de la "diezmería de Bois".

Contrastando con esos diezmos estancados o en disminución por el impacto glacial, se observará la progresión de los diezmos de Vallorcine, parroquia totalmente protegida de los glaciares: 92 florines en 1520, 160 florines en 1578-1590, 300 florines en 1600 y 400 florines en 1622-1625.

Al término de esta primera apreciación cronológica aún muy incompleta, los datos de los que disponemos pueden organizarse, muy provisionalmente, de la siguiente manera, en un esquema que luego veremos complicarse.[68]

Fase A.—Durante un período de relativa decrecida de los hielos (quizá análoga a la del siglo XX, o más marcada), algunos colonos se instalaron, limpiaron y construyeron en lugares que les parecieron dignos de confianza, exentos de incursiones glaciales; y eso a pesar de la presencia bastante cercana (un kilómetro, aproximadamente) de grandes glaciares.

Entre esos sitios, se encuentra el conjunto Chatelard-Bois-Bonanay, río abajo del mar de Hielo; y La Rosiere, río abajo del glaciar de Argentiere. Esta fase A se situaría probablemente en la "Edad Media" (trataremos de definir oportunamente este término impreciso, superficial y cómodo).

Fase B.—Es un período de relativa decrecida (donde las posiciones glaciales se encontraban ya, sin duda, más avanzadas que en el siglo XX). Inaugura una "marcha de acercamiento" de los glaciares. Esa "marcha de acercamiento" empezó en una fecha aún indeterminada; pero parece ya bien definida entre 1546 y 1590 en el caso de los glaciares alpinos.

[68] *Cf. infra*, cap. V y Mayr, 1964.

Fase C.—Fase máxima a partir de 1600-1616. En esos quince años, los poblados construidos algunos siglos antes, en fase A, fueron aniquilados, parcial o totalmente destrozados por los glaciares; estos últimos ocuparon, en efecto, posiciones estratégicas luego de su último avance (cuesta del Piget, cercanía de La Rosiere), por completo imprevistas por los constructores de la fase A.

En cuanto a esta fase (C) —quizá también en cuanto a las fases procedentes (A y B)—, los glaciares de Chamonix valen como ejemplos: puesto que el máximo glacial que revelan es el mismo, idéntico, *de un lado a otro de los Alpes.*

En los otros glaciares de Saboya, fuera de Chamonix, lo dice expresamente un texto[69] del 21 de diciembre de 1610: *"la gente de Samoëns, Sis, Vallon, Montpitton y Morillon también sufrió daños por los glaciares."*

Y en Saboya misma: en 1603-1606, el glaciar de Ruitor, al obstruir mucho más adelante que hoy en día el lago del mismo nombre, continuaba siendo tema de conversación.

Ya comenté los desastres provocados por ese complejo glaciar-lago en la década de 1590. En 1604, nuevo peligro y procesión de plegarias. En fin, en 1606, un joven cazador, iluminado, vio en sus sueños un santo personaje que le ordenó la construcción de una capilla cerca del lago peligroso (para conjurar los daños). Los aldeanos obedecieron: la capilla se terminó en 1607. Todos los años hubo una procesión hasta el santuario,[70] hasta aproximadamente 1870 (fecha en la que el glaciar de Ruitor, en retroceso, dejaría de obstruir y ya no significaría peligro alguno).

Los mismos problemas se presentan en los Alpes suizos, *"por la razón de que el viejo camino que se utilizaba para llegar a los pastos fue seriamente dañado y también cubierto y aniquilado por dicho glaciar*[71] (de Mont-Durand);

69 AC Cham., CC 1, nº 23, 21 de diciembre de 1610.

70 Textos en Baretti, 1880; Sacco 1917.

71 Texto citado por Lutschg 1926, p. 385: ese mismo texto prevé que el nuevo camino tendrá un trazado diferente al antiguo. (Texto tomado de los archivos de Werra, Lenk, C nº 13, y traducido del latín: según Lutschg, *ibid.*)

preocupación entre los habitantes de Chamonix por sus avances o quizás sólo por sus dimensiones molestas, entre 1664 y los años 1680; que tal vez en la década de 1680, después de la penúltima visita del obispo (cuya fecha precisa se ignora), empezaron a retroceder con lentitud (aproximadamente 60 metros); y luego, que ese retroceso siguió a un ritmo mucho más vivo entre 1689-1690 y 1695-1697: algunas lenguas glaciales habían retrocedido "medio cuarto de legua", o sea, unos 500 metros.

En Vernagt también, el glaciar se retiró lentamente después de 1681. Pero esa retirada no es más que una peripecia infinita, no tiene comparación con aquella, tan profunda, de finales del siglo XIX o del siglo XX: en efecto, hasta 1712, Kuen es muy formal en ese aspecto: el frente glacial llegaba hasta el estrecho surco que se identificaba con el valle o *thal* del Rofen,[136] y quizá hasta el propio thalweg. En 1890-1960, por el contrario, dos kilómetros y quizá más separarán ese frente glacial del valle del Rofen.

El retroceso glacial alpino, a finales del siglo XVII y en el extremo principio del siglo XVIII, fue pues limitado: 500 metros cuando mucho, en lugar de uno o dos kilómetros en el siglo XX... Y además, hacia 1690-1700, no se advirtió ningún movimiento mundial de retirada universal comparable con la de hoy en día. El retroceso alpino de 1700 no fue más que un hecho no sólo modesto, sino también puramente regional, en plena fase persistente y mundial de crecida de larga duración. En otras palabras, no fue sino una simple oscilación, una *ola* hueca y local en medio de una situación duradera de *gran marea* secular.[137]

¿Queremos la prueba formal? Entonces vamos a referirnos a los glaciares nórdicos. En lugar de disminuir como lo hicieron en el siglo XX, sincrónicamente con los de los

parte; pero solamente probables, aunque no seguros, en el valle de Chamonix).

[136] "El glaciar en crecida se quedó 30 años en el valle (del Rofen) y el hielo no se retiró sino hasta 1712"; texto de la crónica de Kuen, citado por Richter, 1892, p. 384; compárese con la misma crónica, p. 381.

[137] Sobre este punto, difiero de C. E. P. Brooks, 1949, puesto que aunque su libro es en ocasiones admirable, me parece que exageró el alcance de este episodio de retirada.

Alpes y de otras regiones del mundo, esas masas escandinavas alcanzaron a partir de 1695, su primer gran máximo histórico bien comprobado.

Primero en Islandia, en donde los textos son precisos y concuerdan; entre 1694 y 1698, a más tardar antes de 1705, la progresión de las grandes masas de la isla, el Drangajökull en el noroeste y sobre todo el enorme Vatnajökull en el sureste, fue tal que rodeó o destruyó las granjas ribereñas, destrozó y muchas veces cubrió los terruños.

Primero el Vatnajökull: un registro territorial de 1708-1709 menciona, a propósito de la granja abandonada de Fjall: *"que hace 14 años se podían ver sus construcciones en ruinas, pero todo eso ahora se encuentra dentro del glaciar"*. Igualmente, la granja de Breidarmok *"fue totalmente abandonada hace ya cuatro años, y como muchas otras granjas, aún se ve afectada por las inundaciones, las morenas y el paso anual de los glaciares, hasta tal punto que casi toda la hierba ha desaparecido, excepto en la pequeña colina donde se encuentran las casas"* (declaración hecha ante el Thing el 1-6-1702). *"La granja de Skaftafell tiene derecho de pastura en verano en una parte de la granja de Freynes... Pero ese derecho ahora no se puede usar puesto que todo está cubierto por el glaciar"* (registro de Hacienda de 1708-1709).[138] Estos textos, sobre todo el segundo, son muy explícitos. Se destaca con claridad que en 1702 el glaciar había alcanzado el lugar llamado Breidarmok. En 1904, el mismo lugar se encontraba totalmente libre de hielo, a un kilómetro del frente glacial.[139]

En cuanto al Drangajökull, J. Eythorsson recopiló los documentos en un artículo publicado en 1935. El más importante de estos documentos proviene del erudito Arni Magnusson, quien visitó la región en 1710. Señala las granjas destrozadas por el glaciar, entre otras las de Oldugil, muy cerca del Drangajökull: *"El empuje del glaciar y las inundaciones destruyeron las construcciones, según se cuenta, de tal manera que las ruinas visibles se encuentran*

138 Textos recopidados y citados por Thorarinsson, 1943, y Eythorsson, 1935.

139 *Ibid.*

ahora situadas muy cerca de la orilla del glaciar; según lo que afirma la gente que aún vive, el glaciar cubrió todo el terreno de la granja antigua". Según este texto, la crecida glacial se encuentra nuevamente autentificada, puesto que el emplazamiento de Oldugil en 1935 (en el largo período de decrecida del siglo XX) se encontraba a dos kilómetros de distancia del glaciar.[140]

En Islandia, las crecidas de la edad moderna contrastan, al igual que en Chamonix, con un largo período anterior de seguridad: las granjas islandesas de Brennholar y de Breidarmok, que fueron destruidas por el Vatnajökull hacia 1700, fueron mencionadas en actas anteriores a 1200,[141] y la Oldugil, al pie del Drangajökull, se menciona en un documento de 1397.[142] Podemos agregar un argumento algo diferente: en el siglo XVIII, el Drangajökull ocupaba la actual llanura de Glama, en Islandia; en cambio, ahora, desde finales del siglo XIX, dicha llanura se encuentra libre de hielo; el mapa de Mercanton de 1570 ya indica una ocupación glacial en ese lugar, aunque, al parecer, según las *sagas* y otros textos anteriores a 1394, esa llanura se encontraba también libre de hielo en la Edad Media, puesto que la atravesaban tropas a caballo.[143]

Igualmente en Noruega, a partir de 1695, el glaciar de Jotunheim fue progresando en el valle de Abrekke, destrozando poco a poco los bosques y los pastizales.[144] A principios del siglo XVII, es indudable que esas enormes masas nórdicas se encontraban más adelantadas que hoy en día.

Los recientes trabajos de Liestol acerca del complejo glacial de Svartisen (la segunda área ocupada en Noruega), han permitido confirmar los múltiples datos iniciales e insertarlos en una cronología multisecular, la cual implicaría

[140] Eythorsson, 1935, pp. 128-129 (mapa, cuadro, texto).
[141] H. W. Ahlmann, 1937, p. 195.
[142] J. Eythorsson, 1935, p. 128.
[143] Thorarinsson, 1939. En Kinzl, se encuentran otras deducciones que se refieren a los Alpes (pueblos, iglesias, minas, canalizaciones medievales cubiertas en la época moderna por los glaciares), en el final del artículo, párrafo titulado "Los glaciares de los Alpes en la Edad Media"; véase también, respecto a Escandinavia, Thorarinsson, 1939, pp. 229-231 (deducción a partir de la posición de un lago glaciar en el siglo XVIII).
[144] Werenskiold, 1939.

avance máximo y, finalmente, retirada. En 1951, efectivamente, se encontraron toda una serie de troncos de árboles fósiles, río abajo, en una de las lenguas glaciales de Svartisen, en un lugar ya abandonado por el glaciar desde 1940. Fechada con C14, la muerte de esos árboles se remonta a 350 ± 100 años antes de la época presente (década de 1950); eso significa que esos árboles murieron en una fecha situada entre 1500 y 1700 de nuestra era. Fue pues alrededor de esa época cuando el glaciar, en pleno crecimiento, llegó a tal punto que arrasó con esos árboles —punto del que se retiraría en 1940. Tal cronología no es contradictoria con respecto a la de los Alpes.

A finales del siglo XVII, un poema descriptivo presenta al glaciar de Svartisen como "muy cerca del mar". No puede tratarse más que de las lenguas terminales de ese glaciar llamadas Engabreen y Fondalsbreen que efectivamente se encontraban muy cerca del mar (del Holandsfjord), durante el período de crecida secular (en 1805, según un mapa y documentos bastante precisos, fuertes mareas bañaban el frente de ese glaciar y ahora se encuentra a dos kilómetros de esa posición). En 1720, los mismos glaciares del Holandsfjord, en crecida, destrozaron una granja y algunas cosechas. Sólo se ha podido certificar, cuantificar y finalmente graficar una decrecida vigorosa de esas masas (–2 kilómetros)[145] correspondiente a una época mucho más tardía, de 1865 a 1955: tendencia común con la de los Alpes.

De cualquier manera, esos diferentes episodios escandinavos desmienten a los autores[146] que, después de Mougin y de Kinzl, creyeron poder hablar de un período "interglacial" a finales del siglo XVII y principios del XVIII, en términos figurativos y por oposición a la pequeña edad glacial, debido al silencio momentáneo de los documentos alpinos. De hecho, no hay nada comparable, hacia 1700-1720, con la decrecida mundial que observamos hoy en día.

Aun en los Alpes, y a pesar de algunos retrocesos modestos ya mencionados, los glaciares siguieron siendo impor-

[145] Liestol, según Thekstone, 1965 (textos, mapas y gráficas).
[146] *Supra*, p. 246, nota 137.

tantes alrededor de 1700, mucho más que ahora. Citemos para empezar un dato proporcionado sin referencias ni de archivo ni de autor, en la *Gletscherkunde* de Drygalski y Machatschek: el glaciar de Schwarzenberg, cercano al Allalin, muy sensible, conoció un estado de crecida (*Hochstand*) de 1690 a 1698.[147]

Un texto de Chamonix que encontré al pie de un acta de visita pastoral es más verídico, pero de interpretación delicada: "El mes de julio de 1700, ocurrió un desbordamiento del glaciar de Bois que inundó una parte de la planicie y nos dejó sin dos o tres pérticas de tierra (es el prior el que escribe) en el Soubeyron[148] y llegó a Bouchet con todo lo que era nuestro camino."[149] ¿Se trató solamente de una inundación o de una crecida glacial como la de 1643? Sea como sea, señalemos de paso que los textos de Chamonix del período 1700-1850 pueden ser menos útiles que los de 1600-1643. Hábitats y cultivos abandonaron las zonas peligrosas o ya devastadas. El estado de crecida secular del glaciar se consideró desde entonces normal y no provocaba ya, como sucedió a principios o mediados del siglo XVII, escándalo ni sorpresa entre los habitantes.

En 1703, le toca su turno al glaciar de Grindelwald: aumenta de tamaño y *"cubre, según los documentos escritos* (cito textualmente a Grüner) *los prados del prior que siguen inscritos en los libros de los pastores pero que de hecho están bajo el hielo"*.[150]

Todos estos textos son insuficientes, de acuerdo: pueden marcar una posición de crecida, progreso o avance, una oscilación positiva, larga o breve, pero no precisan los límites, no dan puntos de referencia.

147 Drygalski, 1942, p. 214. No conservé el otro dato proporcionado también por Drygalski (*ibid.*), según el cual el glaciar del Brenva cubrió diversas praderas en el valle Veni entre 1691 y 1694: a mi entender, se trata de una interpretación un poco precipitada de un texto de Arnod, del que hago, por cierto, un análisis (*cf. infra*, p. 254).

148 El Soubeyron es un dominio del prior, río abajo de la aldea de Bois. El Bouchet se encuentra sobre la orilla izquierda del Arveyron de Bois, río arriba de la confluencia con el Arve.

149 ADHS, 10 G 270, nota al pie de un acta de visita de principios del siglo XVIII.

150 Grüner, 1760, tomo III, p. 151.

Sin embargo, tales puntos de referencia existen gracias a dos documentos iconográficos. El primero corresponde a finales del siglo XVII, "alrededor de 1686", dice Grüner, quien lo editó o reeditó en 1760.[151] Representa los glaciares de Grindelwald, en forma de bosquejo de mapa (*Grundriss*). Grüner y Richter, quienes han comentado ese mapa, están de acuerdo en reconocer que representa los glaciares muy grandes, apenas menos adelantados (50 pasos aproximadamente) que en 1640 (fecha del grabado de Merian). Richter tenía razón, el mapa de 1686 es "muy imperfecto", pero no nos indica cuáles son sus imperfecciones.

Intenté por mi cuenta analizar ese mapa cuyo autor es un tal Herbord. Primera pregunta: ¿a qué escala está hecho? La "escala" indicada en el mapa en *Stunde* (legua suiza de 4.81 km) daría teóricamente el 1/93 000. Es quizá una fantasía agregada por el grabador *Zingg*. Si medimos en el mapa de 1686 la o las escalas empleadas empírica y realmente (comparando con las distancias del mapa actual, de 1956), podemos constatar que Herbord, más artista que cartógrafo, utilizó tres escalas al tanteo; esas tres escalas le permitieron condensar en su *Bosquejo de los glaciares* toda una serie de informes.

Escala "1", primero: abarca, de oeste a este, la parte izquierda del boceto, a lo largo del valle del Schwarze Lutschine, entre dos frentes glaciales esenciales *Ober* y *Unter*, es decir entre la iglesia de Grindelwald por un lado, y por el otro la desembocadura del valle del *glaciar superior* en el valle principal del Schwarze Lutschine —punto Y del mapa de Herbord—. Es una escala de 1/32 000, o sea 65 mm para representar 2 km.[152]

Escala "2", la más importante: concierne toda la zona axial que comprende, de norte a sur, la iglesia del pueblo

151 Mapa tomado de Grüner, 1760 (y 1770, láminas, final de la obra); en la lámina IV, reproducción fotográfica, muy reducida, de la Biblioteca Nacional.

152 Para ser totalmente precisos, las medidas que se presentan fueron tomadas de la excelente reproducción fotográfica hecha en la B. N., del grabado de Herbord. Las medidas absolutas indicadas aquí no son pues exactamente las mismas que las del grabado original. Pero las proporciones son exactamente las mismas.

y el valle completo del glaciar inferior; es la zona central y esencial de la obra, especialmente cuidada por Herbord; el autor, fiel a su tradición de las *vistas de caballería* que implica un cierto principio de perspectiva y un efecto de disminución para las grandes distancias y las lejanías, utilizó una escala más grande de 1/61 000. Se puede verificar en cuatro puntos que enmarcan el glaciar inferior y fáciles de identificar: la iglesia de Grindelwald (A); el cruce del camino (que va de la iglesia al glaciar inferior) con el Lutschine negro (B); el confluente del Lutschine negro con el torrente (emisario del glaciar inferior) del Lutschine blanco (C); y, río arriba del glaciar, la roca de *Feuilles Chaudes* o *Heisse Platte* (D).

Escala empíricamente empleada por Herbord

— para representar la distancia AB	1/58 000
— para representar la distancia AD	1/66 000
— para representar la distancia AC	1/59 000
— para representar la distancia CD	1/60 000
— Promedio	1/61 000

Como puede apreciarse, la convergencia de las escalas para esa parte central y decisiva del *Boceto* es excelente, y la "horquilla" de la escala 2 es muy estrecha: 1/58 000 y 1/66 000.

Escala "3": en la parte derecha o, mejor dicho, extrema derecha (sector oeste) del *Boceto*, hay un cambio total en el parámetro. El autor no se interesa por esa zona en la que *no hay ningún glaciar*. Sin embargo, preocupado por poner su boceto en el marco general de la región de los itinerarios de Oberland, traza y condensa en su dibujo toda la comarca que va de Grindelwald —río abajo del Lutschine negro— hasta la confluencia de ese río con el Lutschine de Lauterbrunnen (lugar llamado Los Dos Lutschine, *Zwei-Lutschinen*, en el punto I del mapa de Herbord). Esa zona que mide 11.25 km de largo de este a oeste, ¡está tratada en 67 mm! Es decir, apenas un poco más de la que ocupan

los dos kilómetros de la zona esencial comprendida entre los dos grandes glaciares: en este caso, la escala es de 1/168 000.

Entendemos que A. Zingg (quien grabó el dibujo de Herbord 70 años después) se haya asustado un poco por esos cambios de escala y que haya indicado una escala *promedio* que en realidad es el promedio de "1" (1/32 000), de "2" (1/61 000) y de "3" (1/168 000) o sea, aproximadamente 1/93 000 (el promedio auténtico de "1", "2" y "3" sería de hecho 1/87 000). Pero una escala promedio así establecida *no tiene sentido.* El análisis estructural al que hemos sometido el mapa muestra que sólo las escalas 1 y 2 nos pueden servir, y que la escala 3 no tiene nada que ver con los glaciares; es sólo una *vista de caballería* de la región no glaciar que se sitúa en la parte oeste.

Posición de los frentes glaciales ahora: a decir verdad, sólo uno de ellos se encuentra en el dibujo de Herbord: el glaciar inferior; el frente se distingue por una serie de estrías que se oponen inmediatamente arriba a los cabrilleos de los *seracs.*

Tomemos, como base para nuestras mediciones, el punto mediano de ese frente en el mapa de Herbord: el frente en cuestión se encuentra en la actualidad (mapa de 1956) a 1 770 m de la iglesia de Grindelwald. (Midamos ahora la distancia homóloga en 1686, empleando sucesivamente las dos escalas de la zona glacial, la escala 1 y la escala 2. Encontramos que el frente glacial de 1686 se situaba, de cualquier manera, más avanzado que ahora. A 1 070 m de la iglesia, si utilizamos la escala 2, la más adecuada; y a 560 m si utilizamos la escala 1. En realidad, es la escala 2, que sirve para los cuatro puntos decisivos que enmarcan la lengua glacial inferior (*Heisse Platte*, iglesia, cruce del camino con el Lutschine negro y confluente de los dos Lutschine), la que más se acerca a la realidad. Podemos pues proponer las siguientes conclusiones a partir del mapa de 1686:

1. El glaciar inferior se encontraba más avanzado que hoy en día, y más cerca de la iglesia y de los hábitats de Grindelwald.

2. Sobrepasaba el frente actual por 700 m, aproximadamente, distancia razonable.

Poseemos, respecto a ese mismo año (1686), un testimonio de primera mano sobre el estado de La Froidiere de Chaux (Jura). Un análisis detallado que se hizo del texto en cuestión (*cf. supra*, pp. 190-193) revela el comportamiento de ese glaciar de gruta que tuvo también, en la década de 1680, las características que prevalecieron durante le pequeña edad de hielo. Los dos testimonios de 1686, en Grindelwald como en La Froidiere, concuerdan perfectamente.

Cinco años después: en 1691, un gran documento, mal conocido, arroja alguna luz sobre las condiciones que prevalecieron entonces en la actual vertiente italiana de los Alpes. Philibert Amedee Arnod, juez del valle de Aosta, redactó ese año su *Relation des passages et des cols des Alpes* (Relación de los pasos y los desfiladeros de los Alpes) conservada en los Archivos de Estado de Turín.[153] Ese magistrado, ingeniero militar, también fue alpinista con anterioridad. Había visitado todas las fortificaciones trepadas en lo alto que protegían las aristas y las fronteras del estado saboyano. En 1689, intentó verificar una tradición popular (quizá anterior a la pequeña edad de hielo y contemporánea del óptimo medieval), según la cual había existido un paso, algún día libre de glaciares, que permitía ir de Courmayeur a Chamonix por encima de la montaña y del valle Blanco. Seguramente la tradición exageraba. . . En todo caso, nunca encontró tal paso. Arnod y su equipo de cazadores, provisto de grapas en los pies, pequeñas hachas y ganchos de fierro para abrirse paso en el hielo, no pudieron llegar muy lejos y se vieron obligados a regresar.

Sea como sea, Arnod nos dejó la descripción de otro viaje, más fácil, que lo llevó hasta el valle Veni, bajando de la Allée Blanche (Vereda Blanca) y del lago de Combal. Bordeando las gigantescas morenas ("sedimentos de materiales") del gla-

[153] La descripción de P. Arnod (1691) implica que el glaciar del Brenva, en período de pequeña edad de hielo, obstruye el valle Veni, y que es visible desde río arriba de ese valle: esta aseveración se corrobora con nuestra lámina XXV, y sobre todo con el hermoso grabado, del prerromántico o del romántico, titulado "El Mont-Blanc, el glaciar del Brenva y el valle Veni", que reprodujo P. Henry, 1969, p. 26 (véase también *ibid.*, p. 26, una bibliografía sobre las voluminosas dimensiones del glaciar del Brenva, en fase de *pequeña glaciación*).

ciar de Miage, descritas con exactitud por nuestro autor, penetró en el valle Veni y las dejó a su izquierda: "Desde ese lugar, se encuentra abajo una planicie de prados llamada Veyni y Fresnoz (Freiney), rematada en la izquierda por montes inaccesibles (la Aguja Negra de Peuterey) y que *termina en los glaciares de la Brenva*; y a la derecha esos prados se prolongan en grandes bosques de madera negra que concluyen en el bosque de la *gran plana* y, finalmente, en un pasaje muy estrecho llamado la Cruz del Beriex" (esa cruz de Beriex se convertiría, en el siglo XIX, en una capilla, la célebre capilla de N. S. de Guérison).

Pero, como lo hizo notar desde 1881 L. Vaccarone, en un comentario sobre ese texto, la descripción de Arnod implica, al tratarse del gran glaciar del Brenva, una situación típica de gran desarrollo de esa masa, diríamos ahora una situación típica de la pequeña edad de hielo: en una coyuntura de ese tipo, efectivamente, el glaciar del Brenva *desciende* en el valle de Veni,[154] al igual que el mar de Hielo *desciende* en el valle de Chamonix o que el glaciar del Ródano *desciende* en el valle de Gletsch. Entonces, es normal que, en 1691, Arnod, al descender por el valle Veni, percibiera a lo lejos la masa blancuzca del glaciar de Brenva que obstruía el valle hacia el noreste. También lo hubiera visto así, obstruyendo escandalosamente el fondo del valle e incluso el curso del Doire, hacia 1818, 1842 o 1851. Pero, 30 años después, en 1881, o en 1969, si Arnod hubiese podido regresar a este mundo, y hubiese hecho de nuevo ese camino, aventurándose de nueva cuenta en el valle Veni (al volver la vista hacia el noreste por encima de los chalets de Purtud), ya no vería más que la enorme morena lateral abandonada como un estigma por el glaciar que, al retroceder, quedó a partir de entonces invisible, por encontrarse empobrecido, retirado, disminuido . . .

Arnod, resucitado en 1881 o en 1968, hubiese necesitado acercarse mucho a la capilla de N. S. de la Guérison, y salir totalmente hacia abajo de los prados del valle Veni, para poder percibir finalmente en el noroeste, en el estrangula-

[154] *Cf.* Lámina XXV.

miento del Peuterey y de las rocas de Brenva, la masa blanca del glaciar en retirada, refugiada a un kilómetro hacia arriba en relación con esas posiciones avanzadas[155] de 1691 o 1818-1851, escondida tras un pedregoso kilómetro de morenas frontales.

Se podría decir lo mismo de otro testimonio de Arnod relativo al glaciar de "Praborna" (llamado ahora glaciar de Gorner, cerca de Zermatt). En 1691, ese glaciar, según Arnod, se encontraba a "una hora de camino" del pueblo de Praborna.[156] *Una hora* en 1691 . . . quizá; cuando el frente del glaciar llegaba muy cerca del lugar llamado Furi, donde también se encontraba en 1830 según los grabados de la edad romántica. Pero *dos horas* en 1969, como pude verificarlo yo mismo, peatón normal, al alargárseme el camino . . . debido al impresionante retroceso del glaciar. A principios del siglo XVIII, en 1705, surgen nuevos datos, a la vez iconográficos y descriptivos.

El 11 de agosto de 1705, efectivamente,[157] el naturalista suizo Johan Scheuchzer volvió a hacer en sentido contrario, quizá sin saberlo, el trayecto de Sebastian Münster. "Llevado por la curiosidad", descendió del paso de la Furka para contemplar el glaciar del Ródano. Su relato, el grabado que lo acompaña y al que hace referencia explícitamente y el grabado un poco más tardío ejecutado por el pintor Félix Meyer entre 1710 y 1720, dan una idea bastante clara del Rhonegletscher a principios del siglo XVIII.

> Al descender de la Furka, escribe Scheuchzer, vimos inmediatamente a la izquierda una masa de hielo, pero era más pequeña si la comparamos con la masa de abajo que descubrimos después. De esa misma masa de hielo mana agua constantemente, agua a la que se agregan los otros riachuelos que llegan de las vertientes de los montes vecinos; esas aguas se dirigen hacia el oeste y se unen, al cabo de media hora, bajo el monte de hielo,[158] con otras aguas glaciales que corren en

[155] *Cf.* Láminas XXV y XXVI.

[156] Nombre italiano del Zermatt.

[157] Scheuchzer, tomo II, pp. 278-279, ed. de 1723.

[158] "Bajo una roca, debajo y en lo más profundo de la montaña de hielo" (*sub rupe, imo monte glaciali*); *mons glacialis*: "montaña de hielo",

abundancia; y no es sino hasta ese momento cuando nace en realidad el Ródano. Así es, bajo esos montes de hielo, se reúnen las aguas derretidas por el calor que mana por abajo y por encima de la tierra; y esa reunión se opera en realidad en dos lugares: pero en seguida las aguas confluyen en un solo hecho (como puede verse en la lámina XII).[159]

Y Scheuchzer agrega que también podemos hablar de *Fourche* (Horquilla) cuando se ve esa "primera fuente de forma bicorne" del Ródano (*Rodani ipsius primam scaturiginem bicornem*) como alusión al paso vecino de la Furka.

Ese texto se aclara inmediatamente si lo acercamos al grabado-croquis destinado por Scheuchzer a la ilustración de su relato. El texto indica dos masas de hielo. De un lado, un pequeño glaciar visible a la izquierda cuando se baja de la Furka y que no puede ser otro que el Muttgletscher. Del otro, la masa del Rhonegletscher, el *pecten* de Mercanton muy bien señalado en los grabados de 1705 y 1720: ese *pecten* que se extiende a fondo del pequeño valle de Gletsch caracteriza toda la fase de crecida multisecular; no empezó a desaparecer sino a partir de 1874, más exactamente entre 1874 (*terminus a quo*) y 1899 (*terminus ad quem*). Entre esas dos fechas, el glaciar se retiró efectivamente del pequeño valle de Gletsch y dejó de obstruir el valle lateral de Muttbach. Se estrechó, como afilada lengua, sobre el cerrojo rocoso (dominado al este por el Belvedere) y que a su vez dominaba el valle de Gletsch.

En 1705-1720, por el contrario, el Rhonegletscher, tal y como lo dibujaron Scheuchzer y Meyer,[160] tenía exactamente esa forma magnífica, suprema, dispuesta como "concha invertida" sobre la planicie inferior, que tuvo de nuevo en los dibujos de Besson (1777), de Bourrit (1778), de Escher (1794), de Lardy (1817), de Meuron (1825), de Bantli y Ritz[161] (1834), en la acuarela de Hogard (1848), en el

y *Eisgebirge*: perífrasis de los naturalistas suizos para decir "glaciar" (*cf.* Grüner, 1760 y 1770; y el texto de Le Pays, *supra*, p. 237).

159 Lámina del libro de Scheuchzer reproducida aquí en la lámina IX.

160 Láminas reproducidas en IX y X.

161 Mercanton, 1966, p. 44 y láminas, principalmente las de 1874 y de 1899.

daguerrotipo de Dolfuss-Ausset (1849), en las fotos de Charnaux y de Nicolás (1874), en toda esa antigua iconografía, tan diferente de la iconografía contemporánea, que muestra, entre 1889 y 1965, un Rhonegletscher encogido, siempre trepado río arriba sobre el cerrojo.[162]

El texto de Scheuchzer y los dibujos de él mismo y de Meyer proporcionan una precisión capital; señalan la presencia de aguas corrientes, visibles a la izquierda cuando se desciende de la Furka, y que corren hacia el oeste desde las laderas montañosas, esencialmente a partir del "mini-glaciar" de Mutt (*Muttgletscher*), situado a la entrada del valle de Muttbach: ese *Muttgletscher* que Scheuchzer y los dibujantes de 1705-1710 calificaron, con mucha pompa, como *pequeña montaña de hielo*.

Esas aguas formaban el torrente de Muttbach cuyo comportamiento, como lo señaló Mercanton, fue característico de la posición del glaciar. Existen dos posibilidades:

1. Si el Rhonegletscher no se encontraba en crecida, si estaba suficientemente retirado (caso que va ocurriendo de 1899 a nuestros días) el Muttbach llegaba en forma directa al Ródano, que nacía sin que la lengua glacial del Rhonegletscher, encogida muy arriba, le presentara obstáculo alguno.

2. Si el Rhonegletscher se encontraba en crecida suficiente (caso que ocurre en los siglos XVIII y XIX hasta 1898),[163] su lengua terminal obstruía la llegada del thalweg de Muttbach al valle de Gletsch. En ese caso:

a) O bien las aguas del Muttbach *penetraban* bajo el flanco del glaciar y surgían un poco más lejos como torrente perfectamente individualizado, debajo del frente mismo; en ese caso, como lo escribiera textualmente M. Rey en 1835, luego de su viaje a Gletsch y a la Furka, "las aguas que bajan de la Furka pasan por debajo del glaciar".[164]

[162] *Ibid.*; *cf.* sobre esto las figuras III-A a III-K, las láminas IX a XII y la espléndida colección de grabados conservada por la señora Seiler en el *Hotel du Glaciar du Rhône*, en Gletsch.

[163] Mercanton, lámina, plano nº 4; compárense los planos anuales hasta el 23 de agosto de 1898 y a partir del 28 de agosto de 1899.

[164] Rey, 1835.

b) O bien, segunda posibilidad que no excluye necesariamente la primera, esas aguas contornaban el flanco del glaciar para reunirse luego, río abajo, con el emisario subglacial propiamente dicho.

En ambos casos (a y b) de la segunda situación, la fuente propiamente dicha, procedente del Ródano, es bífida o, como dice Scheuchzer, "bicorne". El texto de 1705, el grabado al que se refiere ese texto, y el grabado de 1720, corroborados por toda la iconografía posterior y sobre todo por la cartografía científica de Mercanton, lo confirman: es precisamente esa situación la que tuvo lugar a principios del siglo XVIII y hasta finales del XIX; el *Rhonegletscher*, en amplia crecida y en forma de *pecten*, obstruía el thalweg de Muttbach, cuyas aguas contornaban el glaciar o penetraban debajo de él para reaparecer luego como emisario particular. Ese emisario se reunía finalmente al torrente subglacial para formar el "lecho del Ródano" primero *"bicorne"* y luego único.

Los glaciares de finales de la época de Luis XIV continuaban siendo muy grandes, y mucho más grandes que hoy en día; y se convertirían, en los años posteriores, en glaciares agresivos. En 1716, se volvieron a escuchar las protestas de la gente de Chamonix, en una súplica cuya ortografía no es invención: "puesto que su parroquia es cada vez menos frecuentada a causa de los glaciares que avanzan sobre sus tierras... causando grandes derramamientos de agua al vaciar su lago, y también hay varios pueblos que se encuentran en gran peligro de desaparecer, lo que obliga a los pobres suplicantes a solicitar la ayuda de su majestad..."[165]

En el otoño de 1716, en la región de Otzthal, también hay fuerte crecida del glaciar de Gurgler. De una manera general, esa masa glacial, al obstruir el valle lateral de Lang, provocó en ese lugar la formación de un lago; ese lago se empequeñeció o desapareció en verano, en el período reciente de larga decrecida glacial, desde el final del siglo XIX. Por el contrario, en el antiguo período de crecida, cuando la obstrucción de hielo era más espesa que en nuestros días, el

[165] AC Cham., CC 5, nº 35, citado por Letonnelier, 1913, pp. 294-295.

lago era más importante y adoptó un carácter permanente a lo largo del año. A veces incluso era peligroso.

Así, a finales del otoño de 1716 y en la primavera de 1717, el glaciar de Gurgler "continúa avanzando hacia abajo"[166] y el lago bloqueado creció a tal punto que llegó a medir 1 000 pasos de largo y 500 pasos de ancho. También el miedo creció entre los ribereños; en 1718, una procesión se dirigió al lugar. Se celebró una misa de súplica en el borde izquierdo del glaciar, en la *mesa de piedra*, plataforma rocosa sobre la que permanecería grabado el número 1718, que Edward Richter leería 60 años después. El lago siguió amenazador hasta 1724; luego de esa fecha, los textos no lo vuelven a mencionar durante medio siglo.[167]

1717, una vez más: en el valle de Aosta, fue la catástrofe de Préde-Bar. El 12 de septiembre de ese año, el pueblo así llamado fue destruido por un derrumbe; fue tan violento, se dijo, que los pájaros, al no tener tiempo de emprender el vuelo, murieron en el nido. ¿Pero cuál fue la causa? ¿Derrumbe del glaciar del Triolet? ¿Simple caída de rocas o de un trozo de montaña? Virgilio, a partir de un escrupuloso estudio del reporte esencial (el de Saussure, quien entrevistó a un testigo ocular), concluye la causalidad glacial.[168] Y los textos originales le dan la razón.

En Grindelwald, en todo caso, la crecida de finales de la segunda década del siglo XVIII es muy clara, y se corrobora con varios testimonios: en 1719 se ordenaron plegarias públicas para conseguir el retiro de los glaciares.[169] Súplicas escuchadas, dicen los textos. Sin embargo, en 1720, el glaciar superior de Grindelwald continuaba muy desarrollado, puesto que en 1802, año en que los glaciares eran aun más impo-

[166] Texto contemporáneo citado por Stolz, 1928.

[167] Textos y referencias en Richter, 1888, pp. 162-163, 1891, p. 9 y sobre todo 1892, pp. 386 y 410-420.

[168] Virgilio, 1883, p. 68; *cf.* también Richter, 1891, p. 9 y el texto de Michel Bernard, notario de Courmayeur, conservado en los archivos (no clasificados) de la curia de esa ciudad: "A causa de nuestros pecados, la noche del 12 de septiembre de 1717, el *glaciar* del Trioley se derrumbó, matando 120 vacas y siete hombres (*homines at numerum septem*)." (Texto citado también en Vaccarone, 1884, p. 118.)

[169] Texto de 1719 citado por Grüner, 1760, III, p. 152 y Richter 1891, pp. 9-10 (citando dos textos).

nentes que ahora, se mostraba siempre a los turistas y viajeros la posición que había alcanzado el glaciar superior en 1720.

El dibujo de Félix Meyer, ejecutado hacia 1719, tiene además valor de confirmación: los dos glaciares de Grindelwald, especialmente el de abajo, llenaban completamente sus valles respectivos y eran contiguos al valle principal (perpendicularmente), donde se inscribía el thalweg del Lutschine negro. El glaciar inferior estaba entonces más desarrollado que ahora: se podía comparar[170] con su posición de 1640, revelada por el grabado de Merian (los mismos detalles, árboles, rocas, casas a la derecha, permiten la confrontación Merian-Meyer).

Un último punto que completa este panorama plebiscitario de los glaciares alpinos: en 1719, una ruptura del Mattmarksee señaló la crecida del glaciar de Allalin.[171]

Alrededor de 1720, pues: máximo alpino, sobre un fondo de crecida persistente desde décadas y décadas (crecida persistente, a pesar de las oscilaciones negativas de poca amplitud).

Máximo también en Noruega: ya he hablado de las "hazañas" del glaciar del Engabren, en el grupo de Svartisen, al aplastar una granja en ese año. Pero el Svartisen no fue el único. También en 1720, el glaciar de Jotunheim, que había recorrido y llenado todo el valle suspendido de Abrekke, vino a coronar las vertientes del valle principal sobre el cual éste se engancha: las granjas de Tungoyane y de Abrekke, situadas en esas vertientes, ya habían perdido sus pastizales y se vieron muy amenazadas.[172]

A pesar de una ligera retirada después de 1720, los glaciares alpinos mantuvieron en la década siguiente posiciones muy avanzadas. Los años 1730 fueron, en ese aspecto, notorios: no nos encontrábamos, en ese entonces, en período de máxi-

170 Reproducción de este grabado de Meyer en Grüner, 1770, final de la obra (lámina V) y Grüner, 1760 (ed. alemana), II, p. 152. *Cf.*, aquí mismo, las láminas III y I.

171 Lutschg, 1926.

172 Werenskiold, 1939.

Posición de los frentes glaciales en 1730

	En relación con las máximas más recientes anteriores a esta fecha	*En relación con 1911*	*Referencias: Mougin, 1912, en los glaciares indicados*
Glaciar de Tour . .	— 474 m	+ 700 m	
Glaciar de Argentiere	— 257 m	+ 675 m	
Glaciar de Bois . . .	— 150 m	+ 1 330 m	
Glaciar de Bosson . .		+ 25 m	
		En relación con 1918	*Mougin, V. 1925*
Glaciar de las fuentes del Isere . . .		+ 810 m	p. 53-55

Posición de los frentes glaciales en 1730

Glaciares	*En relación con las máximas más recientes anteriores a esta fecha*	*En relación con el año de referencia del siglo xx*	*Referencias: Mougin*
— de Bionnassay		(1911) + 125 m	1912
— de Gebroulaz	— 320 m	(1911) + 1 514 m	1912
— de las fuentes del Arc		(1911) + 1 114 m	1912
— de Saint-Sorlin		(en relación con 1905) + 508 m	VI, 1927, p. 140-141
— de Arnes		(en relación con 1919) + 572 m	V. 1925, p. 63
— de Tre-la-Tete		Más de 1 km	V, p. 29

mo; nadie se quejó, en los valles alpinos, de las incursiones glaciales; nos encontrábamos, de algún modo, en período "normal", en situación de "rutina". Y el catastro sardo, levantado precisamente entre 1728 y 1732, es interesante en este aspecto. Ese documento, muy extenso, que se refiere a todos los glaciares importantes en Saboya, indica claramente masas glaciales menos grandes que en el momento de los máximos del siglo XVII o de 1720, pero mucho más desarrollados que en 1910-1920 y, *a fortiori*, que hoy en día.

Las hojas catastrales de 1730, llamadas de la "vielle mappe",[173] abordan efectivamente, de dos maneras, el problema de los límites glaciales:

1. En el primer caso, que es el mejor desde el punto de vista científico, indican la posición del frente glacial (a), la del torrente subglacial (b), con su punto de emisión (c) y la situación (d) de las *gravas* o *glières*, o sea las morenas frescas y aún sin bosques, que limitan la extensión máxima más reciente, anterior a la confección del *mappe* (quizás la extensión de 1720).[174]

2. En el segundo caso, el viejo mapa se limita por lo general a dar informaciones de tipo (b), (c) y (d); o sea: torrente, punto de emisión y morenas frescas. La información (c) es evidentemente capital, puesto que el punto de emisión del torrente subglacial coincide con la punta del frente glacial o, por lo menos, con una posición muy significativa de ese frente.

El primer caso sigue siendo, a pesar de todo, el más ventajoso para el historiador glaciólogo. Es el de los catastros referentes a los glaciares de Tour, Argentiere, Bois, Bossons y de las fuentes del Isere.

En el segundo caso, las posiciones de los frentes conocidas por el punto de emisión del torrente subglacial dan el cuadro siguiente:

Dos cuadros, 11 glaciares mayores, 10 concordancias cuan-

173 Las hojas del viejo mapa (la vielle mappe), correspondientes a Chamonix, se conservan en los Archivos departamentales de la Alta Saboya. Acerca del enorme valor de ese documento catastral, ver el estudio realizado por Guichonnet, 1955.

174 Y no así la extensión de 1643 y 1644, como lo creía Mougin, 1912.

tificadas y 10 tendencias afirmadas. El mapa de 1730 es incontestable: los glaciares de la época de Luis XV eran significativamente mayores que los del siglo xx. No se trató, en 1730, de un estado temporal de paroxismo violento; sino (en contraste con la larga decrecida del siglo xx) de ese "estado de crecida" larga y tranquila, probada desde la segunda mitad del siglo XVI, y en la cual se individualizaron, en varias ocasiones, los paroxismos de 1600-1610, 1628, 1640-1650, 1676-1680, 1716-1720.

De ese estado de crecida permanente, establecido de nuevo hacia 1730, hay testimonios lejos de Chamonix, pero siempre en los Alpes: las dos rupturas del Mattmarksee en 1724 y en 1733; y, en 1736, el desplome seguido de derrumbe del glaciar de Randa.[175] Esta vez lejos de los Alpes, un mapa islandés de 1732 es nuestro testimonio: muestra al Vatnajökull pegado a las ruinas de la granja de Breidarmok, que ya había alcanzado en el momento de su gran avance de principios de siglo;[176] ahí tampoco hubo gran regresión en 1730; la crecida persistía.

Una década después, en 1741, Windham,[177] primer turista inglés, primer *milord* que visitó Chamonix, fue el mar de Hielo, donde, "le aseguraron los guías, el hielo aumentaba todos los años". Por otra parte, la descripción proporcionada por Windham del valle de Chamonix y del Montenvers es muy significativa. Luego de hablar de "Chamonix, pueblo al lado del Arve en un valle donde hay un priorato", luego de haber observado, desde ese preciso punto del priorato "las puntas de los *glaciares* que pasaban dentro del valle y que veíamos desde el pueblo donde parecían rocas blancas o enormes pedazos de hielo", Windham da la definición exacta de esas "puntas de *glaciares*". Subió efectivamente a Montenvers y escribió, acerca de la vista que desde ahí se tiene: "El *glaciar* consiste en tres grandes valles que forman

175 Lutschg, 1926; Richter, 1891.

176 Thorarinsson, 1943.

177 Windham y Martel, 1741-1742 (ed. 1912). También se encuentran algunos extractos de esos textos en la obra de Gaston Rebuffat, 1962, pp. 21-27, con una excelente iconografía.

una Y griega cuyo pie va hasta el valle de Aosta y *sus dos brazos llegan al valle de Chamonix.* El lugar al que subimos se encontraba entre esos dos brazos, y veíamos con perfección el valle que forma uno de esos brazos", ese valle y el *glaciar* que contiene se encuentran oientados, agrega Windham, "aproximadamente del septentrión al mediodía" (de norte a sur).

Buena descripción; Windham reconoció una Y cuyo corazón es el Valle Blanco; el pie, el glaciar de Brenva; los dos brazos, el Bossons y el mar de Hielo, este último efectivamente orientado de norte a sur en su porción visible desde el Montenvers. Y de todo este texto surge una luz: esas dos "puntas" de hielo blanco, esos "dos brazos" "llegan al valle", "pasan dentro del valle" y "son visibles desde el pueblo del priorato"; entonces, no sólo Bossons como hoy en día, sino también el mar de Hielo, como solía ser en esa época, o por lo menos su lengua terminal, "su *punta*", se veían desde el priorato. Es la situación clásica de crecida glacial, observada desde 1580 hasta 1870; por contraste con la situación actual en la que sólo uno de esos "brazos" (el Bossons) desciende, *visible,* hasta el valle de Chamonix.

Confirmación inmediata: al año siguiente (1742), Pierre Martel,[178] remontó el Arve hasta el nacimiento del Arveyron, surgido del glaciar de Bois. "Entre las *cinco* gargantas (?) *que llevan al valle de Chamonix,* escribe, la llamada *glaciere des bois*[179] es la más considerable, no sólo por su belleza y por su tamaño, sino porque el Arveyron nace ahí. Sale de debajo del hielo de dos cúpulas heladas, parecidas a dos grutas de cristal como las que se han imaginado en las fábulas para albergar a las hadas . . Es un espectáculo digno de admirarse por las irregularidades que se elevan sobre la cúpula a más de 25 m . . . Se puede penetrar debajo de las cúpulas . . . pero no sin peligro, a causa de los pedazos de hielo que a veces se desprenden." Esta descripción de Martel se acerca mucho a la que diera Saussure, por lo me-

[178] Windham y Martel, 1741-1742 (ed. 1912).

[179] Yo quiero resaltar esto: no se podría decir mejor (y lo confirman todos los otros datos de Martel) que el mar de Hielo llegó al valle de Chamonix en 1742 (lo que ya no es el caso hoy en día).

nos en cuanto a las dimensiones (cúpula de 25 a 30 m de altura), aunque las formas de la gruta cambian a veces: Saussure visitó la gruta en varias ocasiones y sobre todo en 1777 "al lado de un bosque de alerces cuyo fondo era de hermosa arena blanca, salpicado de flores rojas de *epilobium*", y la presentó, no sin emoción, *"como una profunda caverna cuya entrada es una cúpula de hielo de más de 30 m de elevación, con un ancho proporcionado; la mano de la naturaleza talló esa caverna en medio de una enorme roca de hielo que por la acción de la luz se ve a veces blanca y opaca, y a veces verde y transparente como el agua marina"*. Y evocó también su forma lábil: "En invierno, ya no existe (la cúpula). Cambia de un día para otro; algunas veces se derrumba por completo, pero pronto se vuelve a formar". Y los dibujos de Bourit y de Bacler d'Albe pueden ilustrar y verificar esas descripciones de Martel y de Saussure.[180]

Pero la gruta del Arveyron no es sólo un espectáculo; es también un síntoma: caracteriza los estados de expansión del mar de Hielo cuando éste, al pasar más allá de las rocas de Mottets, se extendió ampliamente en el thalweg actual del Arveyron, arriba de la aldea de Bois. Mougin, Ferrand y Payot[181] deploraron sucesivamente que el retroceso actual de ese glaciar, desde hace un siglo, haya hecho desaparecer la gruta maravillosa. Desde finales del siglo XIX, el mar de Hielo, raquítico, terminaba prosaicamente, ya no en la caverna mágica, sino en una simple "lengua débil, estrecha, que trepaba sobre la roca de Mottets". En 1912, también Ferrand señalaba que "la gruta del nacimiento del Arveyron, tan célebre, . . . desapareció luego del retroceso de los glaciares". Y Payot, el excelente historiador de Chamonix, dio una fecha precisa: fue en 1837, dice, cuando se habló por última vez de la gruta tan célebre en los siglos XVIII y XIX: por el hecho del "retroceso" que tuvo lugar en esa fecha, "la lengua terminal del glaciar (de Bois) se

180 Todos estos dibujos y todos estos textos, excepto el de Martel (*cf.* su referencia, *supra*, n. 177), han sido reproducidos o citados en Mougin, 1912.

181 Mougin, 1912, p. 163; Ferrand, 1912, p. 40, nota 2; Payot, 1950, p. 100.

escondió detrás de las rocas (los Mottets) y se redujo a una porción azul, sobre las aguas brotantes, entre dos acantilados pulidos por los hielos".

En resumen, la desaparición de la gruta del Arveyron, hacia 1880, luego de 20 años (1860-1878) de rápido retroceso, es uno de los muchos indicios que marcaron el paso de la larga fase de crecida glacial a la fase de retroceso contemporáneo. La presencia de esa gruta en 1742 es, por lo contrario, uno de los múltiples síntomas que permiten llegar a la conclusión de que en esos años 1740 nos encontrábamos en pleno período de gran marea glacial.

Martel dio, además, en 1742, un plano[182] y un croquis[183] de los alrededores de Chamonix, ambos muy esquemáticos. Sin embargo, las indicaciones de esos documentos iconográficos concuerdan con los textos de Martel y de Windham (1741-1742).

Indicaciones extraídas del plano, en primer lugar, aunque éste sea un poco burdo: en él, el glaciar de Bossons desciende muy abajo en la planicie; y la punta del glaciar de Bois se encuentra a 2.25 km del confluente Arve-Arveyron (contra 3.5 km en 1960).

En cuanto al croquis de Martel, no es menos explícito: en un dibujo mediocre, pero que contiene sólidos puntos de referencia (el Dru, el Montenvers y la iglesia del priorato), muestra el mar de Hielo; éste sobrepasa claramente, en el noroeste, el Montenvers (dominado por la aguja del Dru) y las prolongaciones del Montenvers en los Mottets: y su lengua terminal es visible desde la iglesia del priorato, detrás de la cual Martel se colocó para ejecutar su croquis.

Tenemos, pues, un haz convergente de informes sustraídos de Windham y de Martel: en 1741-1742, la parte terminal del mar de Hielo descendió "casi hasta la planicie"; estuvo en posición y configuración característica de la fase de expansión glacial.

182 Plano reproducido en Mougin, 1912, lám. II, p. 140; *cf.* aquí mismo, lám. XIII.

183 Croquis reproducido por Engel, 1965, p. 57 (croquis nº 16). El original se encuentra en Martel, ed. 1743. La leyenda de ese croquis (particularmente la referencia nº 12, "glaciar de Bois") se encuentra reproducida en Mougin, 1912, lám. II, p. 140, *Cf.* aquí mismo, lám. XIII.

Se sabe por los textos[132] que los glaciares de Chamonix avanzaron probablemente en el siglo XVI (después de 1540); este avance se intercaló entre una fase de retroceso relativo (antes de 1500) y las máximas del siglo XVII. ¿Es de extrañarse, en tales condiciones, que la agricultura y la demografía locales se hayan vuelto miserables en el siglo XVII y, por consiguiente, mucho menos vigorosas que en el siglo XV?

Pequeño problema, aún hipotético, de esa demografía de las altas montañas y de los altos valles subglaciales: parece obedecer a una coyuntura especial.

¿No existe también decadencia marcada de modo particular en la economía de la alta montaña glacial? Ya lo hemos visto: los diezmos en efectivo de Chamonix caen en *valor real* entre 1550 y 1625; y los de las diezmerías directamente subglaciales cayeron aun más que los otros.

También muy interesantes son las aportaciones de las regiones de pastizales que materializan entregas de quesos al priorato de Chamonix: esas entregas de pasto y quesos cayeron, en peso, de 26 kilogramos en 1540 a 22.5-23.5 en 1550-1577 y a 19.5 en 1622. Los pastos subglaciales de Blaitiere (bajo el glaciar del mismo nombre, en la vertical del priorato de Chamonix) y de La Pendant (bajo el glaciar de ese nombre y al este de Lavancher) se vieron muy afectados. Esas dos zonas de pastos enviaban cada una de 2.5 a 3.5 kg de queso entre 1540 y 1580. En 1622, sólo entregaron, respectivamente, 1.5 y 1 kg.[133]

La alta montaña glacial se encontraba en plena decadencia humana en el siglo XVII; y esa decadencia fue sensible, aun en relación con la época de 1450, por lo general tan deprimida. Todo parece indicar que, *por razones estrictamente locales,* el Renacimiento económico y demográfico pasó por esos lugares sin ejercer ningún efecto. Una de las posibles causas de esa contrariedad, de esa disminución, parece evidente: fue el crecimiento de los glaciares, nefasto para los terrenos y los habitantes más expuestos.

132 *Cf.* el principio de este capítulo.

133 Estos datos se obtuvieron de las cuentas del priorato de Chamonix en la colegial de Sallanches, en ADHS 10 G.

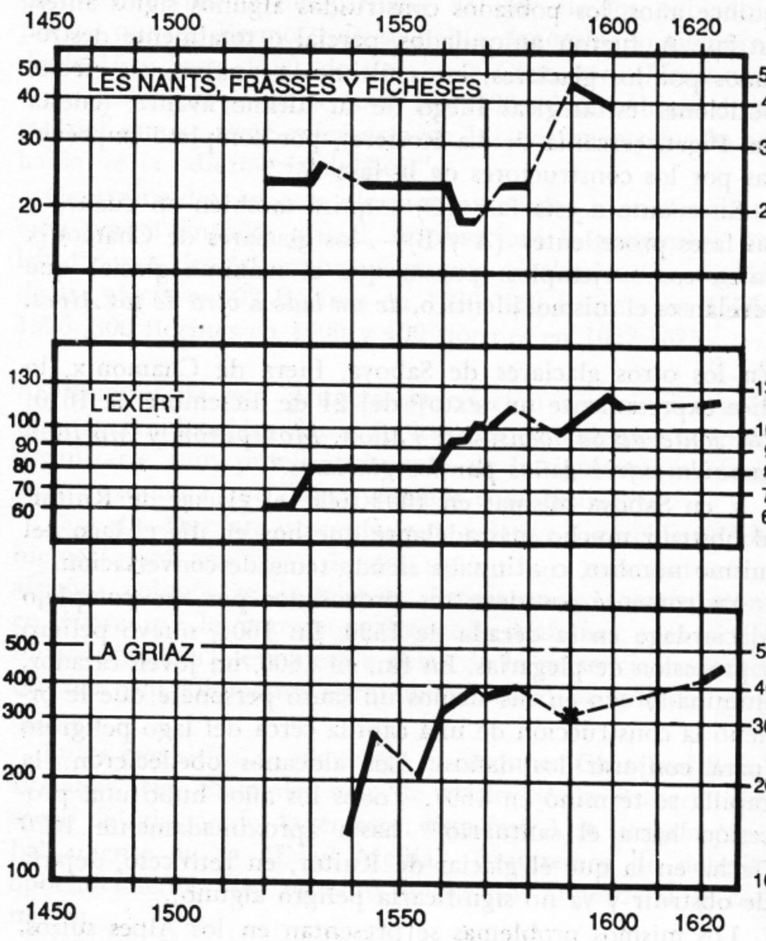
Volvamos a la coyuntura glacial, larga y breve: su máximo, tan pronunciado, de 1680, parece seguido por una fase de retroceso, como es normal: retroceso moderado y muy inferior al retroceso espectacular de nuestra época.

Como testimonio de ese retroceso en Chamonix, existe un texto curioso tomado de *La Vie de Jean d'Arenthon*, quien fue obispo de Ginebra y, por lo tanto, prelado de Chamonix y de los glaciares, de 1660 a 1695, fecha de su muerte:

> Los habitantes de una parroquia llamada Chamonix mostraron de manera singular la confianza que tenían en la bendición de su obispo. Chamonix tiene enormes montañas cargadas de glaciares... (que)... amenazan sin cesar con destruir los lugares circunvecinos; y cada vez que el obispo iba a visitar esos barrios, los habitantes le rogaban que fuera a exorcizar y a bendecir esas montañas de hielo. Aproximadamente cinco años antes de la muerte de nuestro obispo, esos pueblos le enviaron unos representantes para rogarle los fuera a ver una vez más por el miedo que tenían de que debido a su vejez los privara de esa felicidad... aseguraban que *desde su última visita, los glaciares se habían retirado más de 40 pasos*. El prelado, encantado por esa fe, respondió: "Sí, mis buenos amigos, iré, aunque me tengan que llevar..." Fue e... hizo lo que deseaban. Tengo un documento con el juramento de los más notables del lugar en el cual aseguran que desde la bendición dada por Jean d'Arenthon, esos glaciares se retiraron de tal manera que se encuentran en este momento alejados un kilómetro del lugar en el que se encontraban antes de la bendición, y que cesaron los daños que causaban con anterioridad.[134]

Texto precioso: se apoya, en efecto y es indudable, en un acta posterior a 1690 y anterior a 1697, levantada por los síndicos de Chamonix. Mi comentario al respecto será más prudente y menos categórico que el de Mougin. Deduzco, simplemente, de esas cuantas líneas hagiográficas confrontadas con otros datos,[135] que los glaciares causaron otra vez

134 *Vida de Jean d'Arenthon*, Lyon, 1697, citada por Mougin, 1912, p. 147.
135 *Cf. supra*, los máximos alpinos de 1680 (bien demostrados, por otra



GRÁFICA XII. Rendimiento de los diezmos en Chamonix *(en florines), en las diezmerías que no son inmediatamente subglaciales y que no fueron afectadas por los avances de los glaciares entre 1580 y 1620 (curva inferior, diezmo de Griaz; curvas superiores: diezmos de Exert y de Nants). Escala semilogarítmica. En abscisas, los años.*

N.B.—Se apreciará el buen nivel de estas curvas en relación con la gráfica anterior.

un acta oficial del 28 de junio de 1599 ordenaba la construcción de otro camino.

En Grindelwald, la *Cronegg* (crónica local) escribe:[72]

> En el año de 1600, el glaciar de arriba avanzó sobre el río Bärgel[73] hasta cerca del puente inferior de Bärgel; fue necesario evacuar casas y cinco graneros de heno que el glaciar ocupó igualmente. El glaciar de abajo llegó hasta el Burgbül... y la *Lischna* (río de Lutchine) perdió su curso normal y creció con el glaciar... La comunidad entera quiso luchar, pero de nada sirvió, fue necesario evacuar los *kälter*, cuatro casas y muchos otros kälter. La inundación se extendió, inundó todo el suelo, lo erosionó y lo destruyó.

Texto vivo y confirmado por el bello dibujo de Merian, ejecutado 40 años después.[74] Ese dibujo, que representa el glaciar de abajo mucho más grande que ahora, muestra también, en los alrededores, cierto número de casas con la inscripción: "Casas que fue necesario desplazar a causa del glaciar." Desde 1603, además, fueron devueltos los impuestos a algunos habitantes de Grindelwald, cuyos bienes fueron cubiertos por el glaciar.[75]

En este punto del relato debemos plantear el viejo y encantador problema de la capilla de Santa Petronila, pequeña "trampa" de la erudición grindelwaldiana. Al igual que las aldeas saboyanas de Chatelard y de Bonanay, esta capilla aporta referencias topográficas y cronológicas. W. A. B. Coolidge, buen erudito y alpinista, quiso dar una explicación en un folleto poco difundido.[76]

Coolidge analizó y "tabuló" todos los textos, mapas y testimonios y su demostración parece irrefutable; no me queda

[72] La *Cronegg* se compone de diversos textos antiguos conservados en los diarios de las familias locales y publicados por Strasser, 1890; de amplios extractos citados por Richter, 1891, a partir de la edición de Strasser y de otra edición más completa que le debemos a Hugi.

[73] El riachuelo de Bärgel está ahora, en su porción más cercana al glaciar superior, a 900 m río abajo del frente de éste. El actual puente del Bärgel está aun más lejos.

[74] *Cf.* la reproducción de este grabado, lámina III.

[75] Texto de 1603, citado por Coolidge, 1911.

[76] Coolidge, 1911.



FIGURA X. Los glaciares de Grindelwald *(según el mapa topográfico suizo de 1956 a escala 1/35 000). Los contornos contemporáneos de las lenguas terminales se han subrayado con una raya negra ancha. También he señalado diversas situaciones:*

+ *Iglesia de Grindelwald.*

x *Fósiles de troncos de alerces o de pino* cembro *en la morena lateral derecha del glaciar inferior.*

0 *Roca de Hojas Calientes* o Heisse Platte.

más que recomendarlo al lector, dando aquí simplemente la principal articulación de su exposición.

El culto a Santa Petronila, aliviadora de la fiebre, es popular en los Alpes por lo menos desde el siglo XI; y su capilla grindelwaldiana se encontraba situada al pie del Eiger (*cf. mapa,* Figura x), en la desembocadura de la orilla izquierda de la actual garganta subglacial del glaciar inferior, cerca de la Nellenbalm (o Petronellenbalm: gruta de Petronila). Ese pequeño santuario tenía una campana que, al ser transportada a otra parte, sobrevivió por mucho tiempo al edificio en sí; y sobre ella, Besson pretende haber leído, en 1780, la fecha de 1440 (¡los autores posteriores deformaron la fecha en 1044!). El 30 de junio de 1520, el consejo de Berna ordenó a los "de Grindelwald" el nombramiento de un "hermano" para Santa Petronila (probablemente un ermitaño). La capilla, que aún existía en 1520, seguramente fue destruida poco después de 1534, cuando la "ciudad y república de Berna", en nombre de la Reforma, ordenó a los habitantes arrasar con todos los edificios de culto secundarios.

Hasta aquí, nada glaciológico, como puede verse. Pero las cosas se complican con el poema de Rebmann. Hans Rebmann, poeta y prior de Thun (cerca de Grindelwald), nacido en 1566, muerto en 1605, evoca el empuje glacial de finales del siglo XVI, en términos muy similares a los ya citados por la *Cronegg*: "En el costado de esa montaña (el Eiger), en Santa Petronila, se alzaba antaño una capilla, lugar de peregrinación. *Un gran glaciar* (el glaciar inferior de Grindelwald) *se encuentra ahora suspendido allí. Cubrió completamente el lugar. Fue necesario desplazar y hacer retroceder las casas.* El glaciar hunde y empuja a su paso —¡oh, milagro!— el sueño, los árboles y las casas." En seguida, la tradición local, recopilada por Merian en 1642, por Scheuchzer en 1723 y por Grüner en 1760, embellecería ese relato: se pretendió (lo que el texto de Rebmann no dice) que el mismo glaciar es el que destruyó la capilla (Rebmann solamente dice que "ocupó su lugar"). Y Grüner referirá ade-

más que en días claros, ¡se ve debajo del hielo la puerta de la capilla![77]

Toda esta historia, un poco larga, es indispensable para nuestro propósito. Permite distinguir dos fases del glaciar inferior de Grindelwald, al igual que en Chamonix: una fase de mínimo desarrollo glacial, tomando como referencia en 1440 y 1520 la existencia de una cierta capilla. Y una fase de extensión glacial (1600) en la que el lugar donde estaba situado el antiguo santuario se encuentra ocupado por el lóbulo frontal del glaciar.

Después de 1600, los glaciares suizos conservaron su ímpetu (como los de Chamonix): en 1608-1610, los glaciares de Glarner, según la crónica local del Señor Trümpi, "están muy desarrollados". En 1620, los glaciares de Grindelwald permanecían muy cerca de sus morenas terminales.[78]

En los Alpes del este (Tirol, etc.), hubo un avance similar y concomitante. Los primeros síntomas se señalaron en 1595, en el caso del glaciar de Vermont, en el macizo de Silvretta. "Ese glaciar o *Ferner*[79] (*Gletscher oder Ferner*) se alarga año con año, dice un texto de ese año; y también es cada vez más crudo, más frío y más cruel; y, además, se cuartea, lanza seracs y sus grietas se abren."[80]

Cinco años más tarde (1600) fue la catástrofe del glaciar de Vernagt, en el Tirol, estudiada admirablemente por E. Richter, buen geógrafo y escrupuloso historiador de archivos, que utilizó la crónica de Kuen, un mapa antiguo, los papeles de un corresponsal de los Fugger y abundantes reportes administrativos de la época.[81]

El glaciar de Vernagt[82] (cuyos movimientos fueron extremadamente amplios) se encuentra ahora varios kilómetros

77 Las referencias relacionadas con la capilla de Santa Petronila se encuentran en el anexo 7.

78 Textos y referencias en Richter, 1891, p. 7.

79 *Ferner*: palabra dialectal tirolesa, que significa "glaciar".

80 Texto (de un contemporáneo) conservado en los archivos de Innsbruck; citado por Stolz, 1928.

81 Richter, 1877, 1888, 1891 y sobre todo 1892 (edición de los textos).

82 Mapa, según Richter, 1892.

más allá (y totalmente invisible)[83] del lugar llamado Zwerschwand, donde su emisario (el torrente de Vernagt) confluye con la estrecha cañada de Rofen (Rofenthal). Pero en las épocas de crecida máxima, el glaciar alcanzó las vertientes opuestas del Zwerschwand y obstruyó el Rofenthal, formando un lago de represa (*Eisee*) cuyas rupturas o vaciamientos destrozaron todo río abajo. Se produjo en repetidas ocasiones, como lo veremos, en los siglos XVII y XVIII y, por última vez (hasta ahora), en 1848. Pero el primer episodio de este tipo, documentalmente confirmado, es de 1600. En seguida se expone brevemente.

A partir de 1599, el avance glacial fue tal "que invita a reflexionar". Desde ese año, y en 1600, el fondo del Rofen fue alcanzado por el glaciar, la presa glacial se formó y, a su vez, el lago. El 20 de julio de 1600, bajo el efecto del calor estival y de la presión del agua, el dique de hielo se rompió. Las masas de agua se precipitaron en el Rofenthal subyacente y luego, río abajo, en el Otzthal. Puentes, campos y caminos fueron devastados: los daños ascendieron a 20 000 florines. Sin embargo, esa ruptura fue sólo momentánea. El glaciar empezó a crecer de nuevo, de tal manera que en 1601 era aun más grande que el del año anterior: al parecer, el lago que se volvió a formar tenía 625 toesas* (*Klafter*) de longitud en 1601 (según un texto de 1611), 175 toesas de ancho y 60 de profundidad.[84] En 1601, se temía de nuevo lo peor en todo el norte del Tirol. Pero, afortunadamente, entre julio y septiembre de ese mismo año, la masa de agua fluyó de manera progresiva por una especie de arco (de media pica de altura) que se formó en la parte inferior de la pared glacial.

¿La catástrofe de 1600 en el Vernagt fue la primera en su género después de un largo período? Es muy posible, ya que el texto[85] del expediente Fugger (9 de julio de 1601)

[83] Como pude verificarlo en el lugar mismo, en 1966. *Cf.* acerca de esto, la fotografía de 1846 reproducida en Klebelsberg, 1949, II, p. 670: representa el glaciar en crecida, visible y muy cercano al Zwerschwand.

* Toesa: medida de longitud equivalente a unos dos metros.

[84] No pude obtener informes sobre las dimensiones, en unidades contemporáneas, del *Klafter* o medida del Tirol.

[85] Citado por Richter, 1877, p. 168.

declara que el glaciar en crecimiento instaló un lago ahí donde antes había *"hermosas praderas"*.

También en el Tirol, en el valle de Schnals, en 1601, "la gente cosecha con mucha mayor dificultad que antes, puesto que la región es más yerma año con año; y, a causa del acercamiento del glaciar, muchas propiedades y muchas praderas se abandonan y se desperdician",[86] dice un juez en su reporte. En 1602, en cambio, el mismo glaciar empezaba a retroceder.

Así, alrededor de 1600, el avance glacial fue universal en la región de los Alpes: un fenómeno tan vasto plantea preguntas específicas de causalidad, a propósito de las cuales conviene abrir un breve paréntesis. Problema esencial: ¿a qué tipo de meteorología, a qué "complejo global de intemperies" obedece precisamente ese avance glacial de 1600? Y, ante todo, ¿en nuestra época existen modelos pertinentes y precisos de explicación climatológica, directamente aplicables a los *pequeños* avances glaciales que se registraron en los Alpes en el siglo XX?, ¿modelos que, amplificados, podrían proyectarse hacia el pasado, para rendir cuentas de la *gran* ofensiva glacial de finales del siglo XVI?

Hoinkes,[87] en un artículo muy reciente, respondió con claridad a esta pregunta: el glaciólogo austriaco buscó elucidar efectivamente las razones meteorológicas que determinaron los modestos avances glaciales de 1890-1895 y de 1912-1920 en los Alpes. Mucho menos importantes y mucho más efímeros que la ofensiva de 1600, esos dos avances recientes tuvieron, sin embargo, un carácter universal en Suiza y en Saboya. Las series meteorológicas permiten explicarlos.

El primer avance, el de 1890-1895, según Hoinkes, se debió al predominio de un grupo de veranos ciclónicos, húmedos y nublados, cuyas temperaturas relativamente bajas atenuaron la *ablación* del hielo, entre 1886 y 1890. Sin embargo, los inviernos de esos mismos años (en la década de 1880) no fueron muy nevosos. Entonces, los factores de *acu-*

[86] Texto de archivos de 1601, citado por Richter, según Stolz, 1928; *cf.* también otros textos contemporáneos citados por Richter, 1891, p. 7.
[87] Hoinkes, 1968.

mulación no se incrementaron demasiado: y, a final de cuentas, la expansión de los frentes glaciales, después de 1890, permaneció contenida en límites modestos en cuanto a tiempo y espacio.

En comparación con el avance ya citado (1890-1895), el avance glacial de 1912-1920 aparece como más neto y más intenso. Durante algunos años, los contemporáneos tuvieron incluso la impresión (que se reveló finalmente errónea) de que la tendencia de retroceso de los glaciares, apreciable desde 1860, desaparecería para ceder su lugar, a partir de 1920, a un nuevo avance secular...

Esa breve pero innegable intensidad del avance de 1912-1920 fue resultado de la unión de dos factores: por una parte, entre 1900 y 1920, inviernos extremadamente nevosos se repitieron con una frecuencia anormal. Ese factor, estimulante para la acumulación, se combinó con los veranos ciclónicos, fríos, desfavorables para la ablación, alrededor de 1905-1910.

En resumen, el pequeño avance de 1890 es un hijo de los veranos fríos. El de 1912-1920 también, pero al mismo tiempo fue producto de los inviernos nevosos. Esto ya constituye una alternativa en cuanto a las causas más razonables del avance de 1600.

Esta investigación de Hoinkes ofrece además indicaciones cronológicas susceptibles de ser generalizadas con respecto a otras épocas: la combinación de factores meteorológicos (inviernos nevosos + veranos frescos) favorables al avance glacial culminó, efectivamente, alrededor de 1907-1908 y, después, alrededor de 1917-1918. Las consecuencias de esa combinación, que se definen por el avance de los frentes glaciares, se produjeron en 70% de los glaciares suizos a partir de 1912 (es decir, con una diferencia de cinco años aproximadamente) y de nuevo en 1912-1920 (dos años de diferencia). Al razonar por analogía y al basarse en los hechos conocidos, pueden reconstituirse las causas más dignas de crédito del avance de 1600. Si los frentes glaciales se lanzaron hacia adelante a finales del siglo XVI (así como en 1912-1920), fue a causa de una serie de inviernos nevosos (1580-1600); fue también a causa de un grupo de ve-



FIGURA XI. Glaciares de Vernagt (Vernagtferner) y Valle de Rofen. *Este croquis se ejecutó según el mapa a escala 1/50 000: Otztal Alpen, Pitztal, Kaumerta, hoja 43* (Kompass Verlag et Kartog. Institut H. Fleischmann, Innsbruck). *Algunas indicaciones (especialmente el punteado) se copian del mapa de Richter, 1892, p. 440.*

Significado de los números:

1. Glaciar de Vernagt.
2. Glaciar de Guslar que unía su lengua terminal con la de Vernagt, en periodos de crecida (1590-1860).
3. Glaciar de Hintereis.
4. Torrente de Vernagt.
5. Torrente emisario del glaciar del Hintereis, que se transforma, más abajo, en el Rofen.
6. Posición máxima del glaciar de Vernagt en los episodios de crecida extrema, como en el año 1600, etc. (raya punteada).
7. Montaña de Kreuzberg y Zwerschwand.
8. Sitio del lago de presa determinado por el avance del glaciar, cuando éste alcanza la posición 6.

ranos frescos (1596-1600). Existen, sin embargo, algunas diferencias esenciales entre una época y la otra: en 1595-1600, los glaciares de los Alpes iniciaron su asalto a partir de posiciones que, por razones de un clima secularmente más fresco, estaban mucho más adelantados *desde 1580* que a principios del siglo xx. Así se explica el carácter original, a la vez espectacular y desastroso, del avance glacial de 1600.[88]

¿Después de esas "hazañas" universales de los años 1600 y 1610, los glaciares alpinos permanecieron muy extendidos (a pesar de fluctuaciones menores como la de Schnals en 1602, que acabamos de citar)? Es muy probable.

En Chamonix, en una fecha situada entre 1628 y 1630, se produjo una nueva catástrofe glacial: según una estimación contemporánea quizá un poco exagerada, habría destruido "la tercera parte de las fincas y de los campos de cultivo". Tres textos,[89] ligeramente posteriores, señalan "esas nevadas y heladas" de 1628-1630, y fechan ese episodio sin proporcionar, por desgracia, ningún otro detalle. El texto más preciso desde el punto de vista cronológico, fechado en 1640, habla simplemente de una enorme inundación del Arve, causada por los glaciares "desde hace 12 años"[90] (es decir en 1628). Y, como ya es frecuente, las fechas concuerdan: en el Ruitor, en 1630,[91] tuvo lugar otra vez la "efusión" lacustre, consecutiva a una ruptura de la barrera glacial del Ruitor en plena crecida y mucho mayor que en el siglo xx.

La misma actividad presenta el glaciar del Allalin,[92] cuyo descenso permanente en el valle del Saas provocó barreras crónicas y el "vaciado" repetitivo del Mattmarksee: en 1620, luego nuevamente en 1626, 1629, 1630 y el 21 de agosto de

88 Acerca de estos problemas sobre la preparación de un fuerte avance glacial, ver Hoinkes, 1968, p. 18, *in fine*.

89 *Cf.* las referencias en el anexo 8.

90 AC Cham., CC 4 núm. 1, año de 1640.

91 *Cf.*, a propósito de esto, la "súplica" del 18 de febrero de 1632, presentada por los burgueses de Morgex al Consejo de los representantes del ducado de Aosta, en vistas de obtener reparación a los daños sufridos (Sacco, 1917; Richter, 1891, p. 8; y sobre todo Baretti, 1880, p. 70 y *passim*).

92 Textos en Lutschg, 1926.

1633. Esta última catástrofe (1633) fue además la más documentada. También una de las más destructoras. Según Gaspard Bérody, notario local, muerto en 1646 y testigo ocular, destruyó 18 casas, un puente y alrededor de 6 000 árboles, arrancados "de raíz".[93] ¡La década de 1630 no se caracterizó por el retroceso de los glaciares alpinos! Los campesinos del valle del Visp explicaron esa "serie negra" del Allalin por la influencia de una sucesión de siete años fríos y en exceso lluviosos en los que el trigo no maduraba en verano, alrededor de 1627-1633. Las fechas de las vendimias francosuizas,[94] aunque la matizan, confirman esa apreciación empírica de una cronología del clima: el corte de la uva fue, en efecto, generalmente tardío en ese período: de 1617 a 1629 (o sea durante 13 años), no encuentro en mi curva fenológica ningún año muy precoz; sólo dos años un poco adelantados (1623 y 1624); y sobre todo 11 años normales, tardíos y muy tardíos, agrupados en series frías características (sobre todo 1617-1622 y 1625-1629). Los años 1632 y 1633 fueron también tardíos. Y quien dice vendimias repetidamente tardías, dice primaveras-veranos más frescos, agrupados también al hilo de los años sucesivos: por ende, ablación disminuida y glaciar mayor.

Sea como sea, desde 1626, la ruptura del Mattmarksee es

[93] Crónica de Gaspard Berody, citada por Lutschg, 1926, p. 386. Otro texto, relativo al desbordamiento del Mattmarksee (aún llamado Saassee), nos llega de un contemporáneo, Barthlome Venetsch, quien describe la ruptura del lago obstruido, el 25 de julio de 1633: *"Anno 1633 in festo divi Jacobi, so gsein der 25 Julii* (estilo antiguo), *ist der Saserse usbrochen u die Vispen de dick mauren u gross wehri abgstossen, in die Burgschafft Visp inbrochen, die undresten höchene der Heüsren so by dem halsysen u vorab waren uffgefilt, ettliche heüsser, schür, stell u stedel . wegtragen, die gewesen tieffer müsser mit sandt u landt uffgefilt und, usgnomen die neuwen Bynden, das gantze guot under der Burgschafft überschwembdt u verlittet, die landtbruggen sambt 200 Klafftern wherinen fonditus hinwegtragen; desglychen usbruch vornacher unerhert. Doher die Burgschafft mit grossem kosten im vollgenden jar die bruggen u wherinen miessen wider machen. Disen schein hab ich posteris pro memoria allhier inserieren wellen."* (Urkunde von Barthlome Venetsch, Burger Arcihv Visp B.B. Nº 8 i, citado por Lutschg, 1926, p. 386.)

[94] Fechas de las vendimias en Angot, 1883. He puesto las curvas en la gráfica V; en artículos de 1959 y de 1960; y en *Les paysans de Languedoc*, II, gráfica 1. La cronología señalada responde a las objeciones, por cierto pertinentes, de Taillefer, 1967.

catastrófica: el valle del Saas fue destrozado; según porcentajes afirmados por los contemporáneos (y probablemente exagerados), "la mitad de las tierras de ese valle" fue erosionada; "la mitad de los habitantes" tuvo que emigrar hacia Italia, Francia, Suiza y Alsacia.

También característica fue la catástrofe del glaciar llamado de Bies o de Weisshorn, en la región de Zermatt, en 1636: ese episodio, que se repitió en 1736 (o 1730 o 1737), en 1786, 1819, 1848 y 1865, correspondió, como lo demostró Richter en un estudio a la vez cronológico y geográfico, a un estado de alto desarrollo del glaciar: cuando la lengua glacial, abundantemente alimentada, dominaba la pared abrupta que se intercalaba hacia los 2 200-2 400 metros de altura, lanzó enormes cantidades de *seracs*; y éstos no se limitaron a acumularse al pie de la pared: rodaron hacia abajo por toda la pendiente adyacente, hasta el valle habitado de Randa, a 1 350 metros de altura.[95] En 1636, el derrumbe fue tal que los habitantes tuvieron la impresión excesiva de que todo el glaciar se "venía abajo" (en 1819, fue sólo un "fragmento"). La catástrofe de 1636 dejó unos 40 muertos en el pueblo de Randa.

Conviene agregar a esos datos "escriturianos" (tomados de los textos), sobre el período 1600-1640, otros de origen diferente; en el verano de 1961, mi amigo Jean Corbel y yo nos lanzamos en una campaña de investigaciones comunes en la vertiente francesa del Mont-Blanc. Historiador y glaciólogo, respectivamente, queríamos encontrar y fechar en Francia, como se ha hecho en Alaska y en Suiza, árboles fósiles hallados bajo las morenas. Pasamos revista en forma sucesiva de las lenguas de hielo que bajan del Mont-Blanc. Uno de nosotros (J. Corbel) encontró al fin, al borde del glaciar de Tacconaz, restos de troncos de árboles (*pinus cembro*) sin corteza y sólidamente atrapados en una elevada morena lateral: los troncos en cuestión eran quizás contemporáneos de la construcción de la morena, puesto que se

95 Estudio, bibliografía y esquema en Richter, 1891, pp. 8 y 23-26; y en Venetz, 1820, citado por Agassiz, 1840.

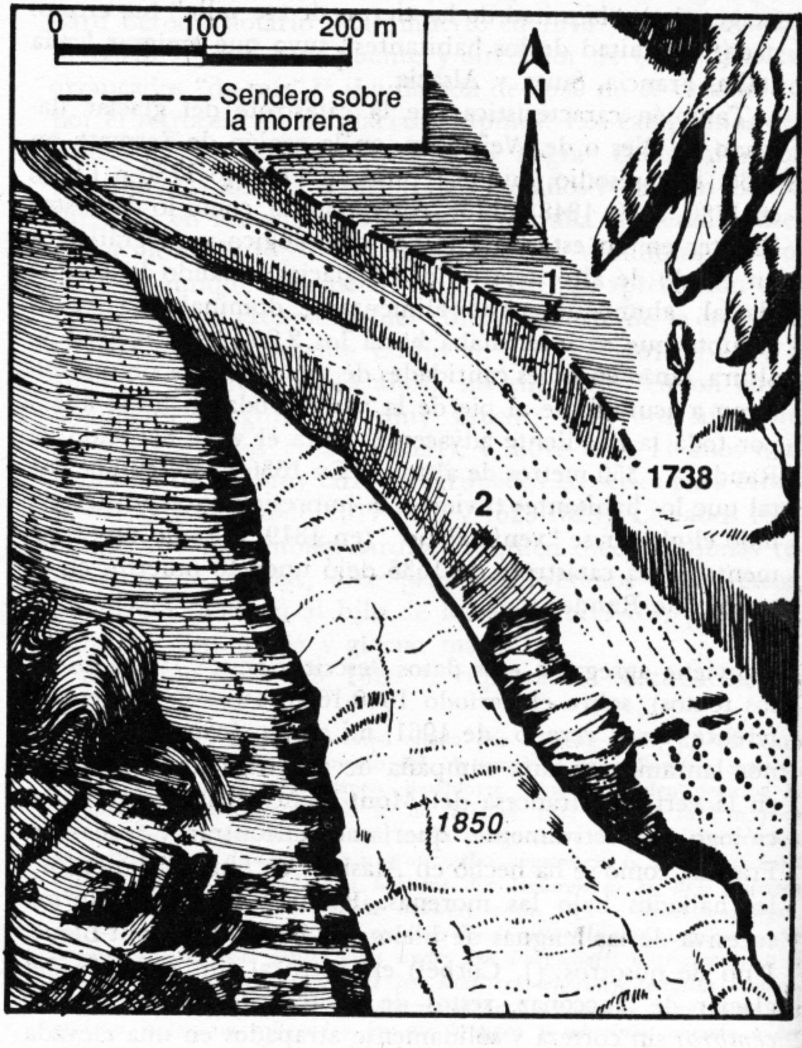


FIGURA XII. Glaciar de Taconnaz (lengua terminal). *Posición, en la morena lateral derecha, de las muestras de madera fósil 1 y 2 (cruces), encontradas por J. Corbel.*

FUENTE: mapa I. G. N. a escala 1/10 000, 1949-1952, Aguja del Sur.

encontraban del todo torcidos bajo la presión aplastante de las rocas morénicas entre las que se encontraban atrapados.[96]

El fechado efectuado en 1962 con C 14 en el laboratorio de Berna, por el profesor H. Oechsger, señaló las épocas siguientes para la muerte de las muestras tomadas:

Muestra nº 1 (B-349): 330 ± 80 años antes de la época actual. Es decir, hacia 1630 de nuestra era.

Muestra nº 2 (B-350): 280 ± 80 años. Es decir, hacia 1680 de nuestra era.

La muestra nº 1 era la más netamente incrustada y torcida dentro de la morena. Su fecha de muerte probable es pues contemporánea, aproximadamente, de la formación del acarreo morénico en cuestión: en cuanto a ese acarreo, es el más elevado de todo el sistema morénico, y parece corresponder a un máximo muy caracterizado del glaciar de Taconaz. Ese máximo se encontró cerca de 1630 o de 1680; tal vez está comprendido entre el año 1550 y el año 1760 de nuestra era.

Sea como sea, es desde su posición ya muy adelante, de la década de 1630, que los glaciares alpinos efectuaron un nuevo salto entre 1640 y 1643; y este salto sepultó, como a principios del siglo XVII, las tierras más expuestas.

Desde marzo de 1640, en Chamonix, "*un aviso a su Alteza*" recordó, no sin energía, las catástrofes de 1628-1630 ("*la tercera parte de las fincas se han perdido en los últimos 10 años*... tanto por las avalanchas, caídas de nieve y *heladas*, como por inundaciones del Arve y otros torrentes que bajan de los glaciares"). Y ese texto agrega, de manera significativa, que la amenaza glacial persistió en 1640: "*Además de que lo poco que queda* (de las tierras) *se encuentra amenazado con ser totalmente arruinado*".[97]

Amenaza real, y que no se mencionó sólo para que el fisco se compadeciera. En 1640, aún en el macizo del Mont-Blanc,

[96] Para la posición del yacimiento, *cf.* anexo 8 y mapa a 1/10 000 del macizo del Mont-Blanc, hoja "Aguja del Sur", reproducida en la Figura XII. *Cf.* Corbel y L. R. L., 1963.

[97] C Cham., CC 3, nº 33 (*cf.* anexo 8).

hubo barrera glacial y ruptura lacustre del Ruitor. La crecida persistente de ese glaciar tiene confirmación.[98]

Sobre todo en Grindelwald, donde se dispone por primera vez de datos visuales y de una imagen precisa.

¿Primera imagen? No. Ya con anterioridad, algunos pintores —Brueghel el viejo, Vinci, Conrad Witz y algunos primitivos— se interesaron en la montaña y también en los glaciares, como lo dicen Baudelaire y Proust.[99] Entre 1585 y 1635, es decir en pleno período de fuerte desarrollo glacial, el pintor Josse Momper (1564-1635) representó una emboscada (*Der Hinterhalt*): en ese cuadro, pintó precisamente un glaciar en plena crecida, que avanza hacia un verde valle.[100] ¿Pero de qué glaciar se trata? ¿Es un glaciar suizo o tirolés? No pude determinarlo.

Una generación más tarde, en 1640, en el grabado de Mérian, todo aparece claro y preciso; todo está situado, nombrado y fechado. Se trata de un grabado adjunto a la *Topographie helvétique,* cuya primera edición data de 1642: ese grabado representa el glaciar inferior de Grindelwald, erizado de *seracs* que alcanzan la planicie de Grindelwald (de la que hoy en día está separado por 600 metros). Del frente glacial sale el Lutschine blanco. No muy lejos, se encuentran dibujadas unas casas "que fue necesario desplazar", dice el texto de la imagen, "para ceder el lugar al glaciar" (este texto confirma la *Cronegg* acerca de los acontecimientos de 1600-1601). Viajeros y hombres a caballo admiran todo esto. En segundo plano se ven las primeras alturas del Eiger, del Fischerhorn y del Mettenberg.

El grabado de Mérian[101] pinta una realidad idílica . . . y amenazadora; la crecida glacial alpina de la década de 1640 era peligrosa; la prueba está en los documentos de Chamonix.

Desde 1641, los frentes glaciales del macizo del Mont-Blanc se encontraban cercanos a los pueblos de Bossons, Ar-

98 Baretti, 1880; Sacco, 1917.

99 Baudelaire, *Oeuvres,* Ed. de la Pléiade, p. 89.

100 *Alte Pinakothek* de Munich, cuadro nº 4963.

101 Merian, ed. 1642; *cf.* lámina III, la reproducción fotográfica de este grabado.

gentiere, Tour y Bois; en 1644, seguían ahí. Trombas de agua bajaban periódicamente con la bella estación; aniquilaron toda una aldea en junio de 1641;[102] en 1648, la súplica de los habitantes de Chamonix a Hélias de Champrond, auditor de la Cámara de las Finanzas, afirma con gran claridad el descenso de los glaciares:

> ...suplican que se proceda al reconocimiento de otras pérdidas, destrozos e inundaciones acaecidos recientemente en dicha parroquia.
>
> Suplican se considere y se verifique que *dichos glaciares amenazan con su descenso desde lo alto de las montañas hacia abajo cerca de las casas y las tierras con la pérdida total de la parroquia,* abordando con sucesión de tiempo las tierras, lo que tiene a los que aquí suplicamos en una extrema aprensión por estar a toda hora en peligro de perecer.

Un "informe del Tribunal de Conciliación" de Chamonix del 28 de mayo de 1642 es aún más claro:

> *Además el mencionado glaciar llamado de Bois... va avanzando día con día más de un mosquetazo, e incluso desde el mes de agosto hacia el encuentro de dicho territorio y si se le ocurre hacer lo mismo durante cuatro años se corre el riesgo de hacer desaparecer por completo dicha diezmería. Habiéndose oído también que entre los glaciares existen maleficios y que los comuneros, una vez terminadas las Rogativas se dirigieron allá en procesión para implorar la ayuda de Dios para preservarlos y garantizarlos contra ese peligro. Y en cuanto a la diezmería de La Roziere, se dice haber visto que en el pueblo de Tour sobrevino una avalancha de nieve y de hielo hacia el mes de enero del año 1642, la cual se llevó dos casas y cuatro vacas y ocho borregos y entre todo esto se encontraba una niña sin ningún daño, aunque per-*

102 La aldea de *Rosieres,* situada entre Praz y el priorato de Chamonix (no debe confundirse con La Rosiere, cerca de Argentiere). *Cf.* el texto citado por Mougin, 1912 (p. 175 o p. 19 de otra edición), y tomado de AC Cham., CC 1, nº 3: "Además, en el mes de junio de 1641 se perdió e inundó un pueblito llamado Ronzieres sobre el pueblo del Priorato, diezmería bajo los Tines hacia el que se dirigió el glaciar bajando de Bois." El lugar llamado Rosieres aparece aún en los mapas actuales, en la orilla izquierda del Arve, más abajo del confluente con el Arveyron de Bois.

maneció bajo la nieve un día y medio, como se contaba, y que sólo quedaron los cimientos de piedra de las dos casas que se habían levantado dos años antes... Encontrándose también el pueblo de Tour muy amenazado por el glaciar llamado de Tour del que nace el río de Arve, el que avanza y se extiende en dicho territorio; y el lugar llamado La Rosiere por el glaciar de Argentiere que es el más grande de todos, y que avanza grandemente con peligro de llevarse el pueblo, de manera que las avalanchas que bajan y caen por encima del glaciar se acercan cada día más a ese territorio y se llevan los prados y los campos que son de cultivo, los cuales se siembran de avena y de cebada pues están cubiertos de nieve durante la mayor parte de las estaciones, de tal manera que ni en tres años se obtiene una cosecha entera, y además el grano que se obtiene se pudre en seguida y sólo algunos pobres lo comen, y para sembrar, hay que comprar otro grano, y las gentes están tan mal alimentadas que se ven negras y espantosas y no parecen más que seres lánguidos.[103]

Después de los glaciares de Tour, Argentiere y Bois tan trágicamente enumerados, el glaciar de Bossons también se derrumbó y la "súplica" del 11 de marzo de 1643, que señala este acontecimiento, sitúa los hechos más dramáticos entre 1641 y 1643: *"Hace más o menos tres semanas que el glaciar de Bossons* se rompió y se llevó impetuosamente la tercera parte del pueblo de Montquart... *Desde hace unos dos años*, los glaciares, torrentes y *nants* han ahogado, arruinado y estropeado varias tierras y propiedades, casas, graneros, y han causado destrozos en la parte trasera de la parroquia. Dos meses más tarde, en mayo de 1643, la situación no había mejorado en Bossons; los habitantes hablaban de cantidades de propiedades inundadas y perdidas por el desbordamiento del glaciar de Bossons que se ha llevado, el sexto día de este mes de mayo (1643), una buena parte de las tierras de Montcard, y el noveno día siguiente el mismo glaciar se desbordó de nuevo y de no haber sido por las súplicas de los que fueron al lugar inmediatamente, el desbordamiento hubiese perdido toda la diezmería."

103 AC Cham., CC 4, nº 3, según Letonnelier, 1913, pp. 292-293.

En cuanto al glaciar de Bois, ya citado, llegó tan abajo hacia Praz y también por encima de la cuesta del Piget,[104] ¡que llegaba uno a preguntarse si no iba a obstruir el curso del Arve! El coadjutor de Ginebra, Charles de Sales, sobrino de San Francisco, fue alertado; el 29 de mayo de 1644, recibió la visita de los síndicos de Chamonix, quienes se quejaron de que "*su parroquia está situada en un valle montañoso, elevado y estrecho, al pie de grandes glaciares, los cuales al soltarse bajan hacia el lugar con tanto ímpetu que se encuentran amenazados de la total ruina de sus casas y posesiones, imaginando que eso les sucede por divino permiso y como castigo de sus pecados*". El obispo prometió ayudar y, a principios de junio de 1644, dirigió una procesión de casi trescientas personas "*al lugar llamado Les Bois sobre el que se levanta inminente y amenazador un gran glaciar que sale de lo alto de la montaña*" al que bendice "*solemnemente, a manera de ritual*". Después va a bendecir "*un largo glaciar muy cercano al pueblo de Largentiere*", también "*otro horrible glaciar sobre el pueblo llamado Le Tour*" y, para terminar, dos días más tarde, "*un cuarto glaciar en los Bossons*".

Como lo indican estos textos y los anteriores, los glaciares se encuentran por lo tanto muy cerca de los pueblos, mucho más cerca que hoy en día. Las aldeas o lugares llamados Tour, Argentiere, La Rosiere, Chatelard, Bois, Praz y Bossons se encuentran literalmente cercadas por los frentes glaciales —que en la actualidad se encuentran alejados y separados por casi un kilómetro de bosques, morenas, cañadas y rocas acanaladas y resbalosas de acceso difícil para una procesión. El turista contemporáneo, difícilmente se podría imaginar una situación similar en el Chamonix actual, si no fuera por las estampas de antaño: esos glaciares, en 1644, no presentaban ningún problema de acceso ni de escalada para los procesionarios ni para sus obispos, por más viejos y gotosos que éstos fueran. El avance glacial más im-

104 En 1642 o 1643, se menciona por última vez "el Chatelard contra el cual se avalanzó el glaciar, así como sobre Bois y Praz". AC Cham., CC 43 (años de 1642-1643).

presionante es el del glaciar de Bois que parecía, en 1644, obstruir y transformar en lago el valle de Chamonix precisamente.

Por fortuna, la bendición episcopal fue eficaz e hizo que la amenaza se alejara. Los hielos imperialistas se retiraron con lentitud hasta 1663, como lo señala un texto fechado en ese año:

> *Desde hace 25 años, los glaciares han bajado y causan notables destrozos e incluso el glaciar llamado Bois se acercó tanto al río Arve y se temió tanto que obstruyera su curso y por eso inundara en forma de lago o de laguna la parte superior, que se recurrió a Monseñor de Ginebra, entonces obispo de Ebron, con el fin de que exorcizara dichos glaciares, los que a partir de entonces empezaron a retirarse: pero la tierra que ocuparon la dejaron tan estéril y tan quemada que desde entonces no ha crecido ni una sola hierba ni ninguna otra cosa.*[105]

Como en 1600, el máximo así señalado hacia 1640-1650 parece bastante generalizado en los Alpes, puesto que el efecto de barrera ya citado en el glaciar de Allalin en plena crecida se alió de nuevo con la fusión-catástrofe de 1640.[106] Cuatro años más tarde, el glaciar de Allalin seguía siendo muy desarrollado y obstruía el Saaser Visp: el mapa de Pierre du Val d'Abbeville (1644) muestra, en efecto, al Mattmarksee en plena potencia, con todas sus aguas contenidas por el dique glacial, el que se encuentra por consiguiente en su posición avanzada.[107] En el glaciar del Ruitor ocurre el mismo fenómeno: formación de un lago de represa con ruptura en 1640 y de nuevo en 1646.[108] Finalmente, en el glaciar de Aletsch, luego de un avance registrado en

[105] Todos los textos citados con anterioridad, relativos al avance de los glaciares del Mont Blanc en 1641-1644, se tomaron de los archivos de Chamonix (AC Cham., CC 3, CC 4 y HH 4). Fueron publicados por Letonnelier, 1913 y Mougin, 1912.

[106] Lutschg, 1926, p. 387.

[107] Para referencias sobre este mapa, véase Lutschg, 1926, p. 387.

[108] Baretti, 1880; Sacco, 1917.

1639, el máximo tuvo lugar más tarde que en Chamonix, en 1653.

Ese año (nos dice un viejo texto jesuita conservado en los archivos de Sitten) *el glaciar de Aletsch, que progresaba desde hacía muchos años, había alcanzado una altura extraordinaria; se había alargado mucho y ya amenazaba las praderas vecinas de Naterser.* Con el fin de escapar al desastre inminente, la gente del pueblo de Nater envió algunos mensajeros a Siders donde los jesuitas tenían un establecimiento, les pidieron consejo y se declararon dispuestos a calmar el enojo divino haciendo penitencia y otras buenas obras de religión cristiana... Así, los RR. PP. Charpentier y Thomas se presentaron en Nater; durante una semana predicaron fructuosamente; luego una procesión se rindió hasta el glaciar al que se llegó después de cuatro horas de marcha. Durante todo el camino, con la cabeza descubierta y bajo la lluvia, se cantó en coro, por turnos. Una vez llegados al lugar fatal, los procesionarios oyeron la santa misa y una breve predicación. Se dio una bendición, en nombre de todos los santos del Paraíso, con el fin de que se contuviera el avance de ese glaciar en forma de serpiente; también con el fin de ponerle un freno, para que no se extendiera más. ¡Se utilizaron los exorcismos de los días de fiesta! ¡Se regó la punta terminal del glaciar con un agua consagrada en el nombre de nuestro padre San Ignacio! En ese lugar, precisamente, delante del frente glacial, se erigió una columna sobre la que se colocó una efigie de ese Santo Patriarca. ¡Parecía la imagen misma de Júpiter, dando órdenes de armisticio, no a sus soldados en derrota, sino a ese voraz glaciar en persona! Y esa confianza en los méritos del Santo no quedó sin recompensa: Ignacio obligó al glaciar a la inmovilidad, hasta tal punto que, desde entonces, éste dejó de avanzar. Y todo eso pasó en el mes de septiembre de 1653.[109]

Conjuradores de glaciares furiosos, Loyola y Júpiter, en Aletsch, y Charles de Sales, en Chamonix, conjugan sus esfuerzos en 1644-1653, para poner un alto a los progresos terríficos de los glaciares de los Alpes. ¿Por qué esos progre-

109 *Historia Societatis Jesu in Vallegia* (archivos de Sitten), p. 15, según Lutschg, 1926, p. 387 (traducción del latín de L. R. L.).

sos? El gran responsable, claro está, es el clima general del "siglo XVII", durante el cual los glaciares se encontraban *constantemente* en estado voluminoso: no tenían pues ninguna dificultad para ser de vez en cuando *muy* grandes y peligrosos en relación con los cultivos. Sin embargo, también fue culpa de la década de 1640. Caracterizada por sus veranos en extremo frescos y lluviosos, por sus vendimias tardías y por sus hambrunas, por su tasa de ablación glacial muy deprimida, esa década favorece el crecimiento de los glaciares alpinos, ya muy voluminosos en las décadas anteriores: no es pues sorprendente que, en tales condiciones, en Saboya y en Suiza, uno de los grandes máximos de la pequeña edad de hielo se haya situado hacia 1644-1653.[110]

En la década de 1650, se sintieron algunos síntomas de retroceso. Pero ese retroceso fue moderado. En 1660, en Chamonix aún no crecía hierba sobre las morenas extremas recién abandonadas por el mar de Hielo; y los glaciares del valle seguían estando muy cerca de los campos sembrados. *"Hemos notado que los trigos sembrados cerca del hielo fueron los más hermosos"*,[111] dice un testigo acerca de la abundante cosecha de 1660.

Y ese retroceso de la segunda mitad del siglo, fue también de corta duración. Cedió el lugar a un nuevo avance, señalado en una deliberación de los síndicos de Chamonix a propósito de los glaciares, "los cuales siempre hemos visto retirarse poco a poco desde la bendición (de Charles de Sales) hasta ahora que vuelven a aumentar".[112] En octubre de 1664, el obispo Jean d'Arenthon cedió a la demanda de los síndicos y fue a bendecir los "glaciares".[113] En agosto

[110] Dado el lapso de respuesta relativamente corto (tres a cinco años, a veces únicamente dos años) que puede, según Hoinkes, 1968 (*cf. supra*, pp. 222-223, separar los veranos frescos, por una parte, y por otra los avances glaciales engendrados por ellos; parece razonable afirmar que el avance extremo de los glaciares de Chamonix en 1644 responde por una parte al enfriamiento muy pronunciado de los veranos que tuvo lugar (si damos fe a las fechas de las vendimias) de 1639 a 1643 y que continuó de 1646 a 1650. Esta cadena causal es más razonable en cuanto al avance del glaciar de Aletsch en 1653.

[111] ADHS, 10 G 290, año de 1660.

[112] AC Cham., HH 5, nº 6, citado por Mougin, 1912.

[113] *Ibid*.

de 1669, los bendijo de nuevo: "El sexto día de agosto de 1669, hemos visitado *Chamonix* . . ., donde confirmamos y predicamos,[114] después de haber bendecido los glaciares".

Verificación: en el mismo año (1669), el valle recibió otro visitante de importancia; en el mes de mayo, René Le Pays, intendente de las gabelas* en el Delfinado, realizó un viaje a Saboya, viaje que lo llevó a las orillas del Arve. De vez en cuando, el galante gabelero escribe a una dama que lo tiene consternado por su frialdad glacial. Carta imprevista y muy glaciológica como podremos ver:[115] "*Desde Chamonix, Faucigny, el 16 de mayo de 1669* . . . *Madame,* escribe René Le Pays, *veo aquí cinco montañas que se parecen a usted como si fuera usted misma* . . . *cinco montañas que son de hielo puro desde la cabeza hasta los pies, pero de hielo perpetuo.*" Y cuenta las historias clásicas de los glaciares: posibles hallazgos de cristales y piedras preciosas, cadáveres encajados en los hielos, etcétera.

Como lo subrayó C. E. Engel, quien recientemente reeditó ese texto, los cinco glaciares ahí descritos son los "cinco grandes" de Chamonix: Tour, Argentiere, mar de Hielo, Bossons y Tacconaz. De lo que se deduce que el mar de Hielo se veía aún desde el fondo del valle del Arve y que continuaba en su posición clásica de crecida secular. También la visita del obispo Jean d'Arenthon, en ese mismo año, tiene valor de concordancia. Fue hasta 1680, en el crepúsculo de ese prelado, cuando sus bendiciones tuvieron efecto y hubo un modesto retroceso de los glaciares.

Un año después de esos textos de d'Arenthon y de Le Pays, se manifestó otro síntoma interesante en la región alpina: alrededor de los años 1670, el glaciar de Schwarzenberg trajo consigo, "en sus espaldas" y hasta su punta terminal, la gigantesca *piedra azul*, el enorme bloque de serpentina de 75 000 metros cúbicos que abandonó sobre sus morenas terminales y máximas hacia 1680-1700.[116]

[114] ADHS, 1 G 117, f° 53.

* Gabela: impuesto sobre la sal.

[115] R. Le Pays, *Amitiés, amours et amourettes* (1671); texto reeditado por C. E. Engel, 1965, pp. 23-24.

[116] Lutschg, 1926, p. 388.

La década de 1670 no manifestó ningún síntoma de decrecida. Al contrario. Inauguraba un nuevo máximo, que en algunas regiones de los Alpes sería el más fuerte de la era moderna. Ese máximo se encontró muy bien señalado en los Alpes del Este, en donde igualó y quizá rebasó los records de 1660-1601. También se presenta, aunque de manera más moderada, alrededor del Mont-Blanc.

Alpes del Este: una vez más, las sugerencias decisivas provienen del glaciar de Vernagt. En este caso, los documentos son numerosos; han sido publicados e interpretados de manera escrupulosa e inteligente por E. Richter;[117] entre ellos figuran, en primer lugar, la correspondencia y los dibujos o planos de un padre capuchino, enviado al lugar para implorar la clemencia divina; en segundo lugar, las crónicas detalladas (acompañadas de croquis) de Johan y Benedikt Kuen, padre e hijo, habitantes del valle, contemporáneos y testigos directos del fenómeno; en tercer lugar, los reportes oficiales de una misión gubernamental que estudió de cerca ese episodio para intentar —en vano— encontrar un remedio. Podemos resumir, según estos datos que concuerdan entre sí, el paso de los acontecimientos.

En 1676, la lengua terminal del glaciar de Vernagt empezó a extenderse hasta el valle del Rofen (ese valle que, recordémoslo, se encontraba en 1891 a dos kilómetros y, en 1951, a mucho mayor distancia). En el otoño de 1677 (o en Navidad, según otra fuente), la muralla rocosa del Zwerschwand, en la vertiente opuesta del Rofenthal, fue alcanzada; el valle estaba bloqueado; un vagabundo, sospechoso de emplear trucos mágicos, fue quemado como responsable. Pero su elíxir siguió actuando: en mayo de 1678, el lago ya estaba formado y lleno. El 24 de mayo, a las 8:30 de la noche, la presa se rompió y el lago se vació en cuatro horas, pero sin causar daños.

Finales de junio de 1678: la barrera se volvió a formar, así como el lago; 16 de julio: nueva ruptura, esta vez catastrófica.

117 Richter, 1877, 1888, 1891 y sobre todo 1892.

1679: los acontecimientos se repitieron. Los daños fueron pocos.

14 de junio de 1680: nueva ruptura sumamente dañina.

1681 y 1682: repetición de los mismos fenómenos: la barrera glacial se encontraba sin embargo menos elevada (un tercio aproximadamente) que en 1678; y las efusiones lacustres del Vernagt causaron desde entonces poca preocupación.

Pero la lengua terminal, a pesar de cierto retroceso, estaba aún allí, mucho más larga que hoy en día, y bajaba hasta el fondo del Rofenthal. No sería sino hasta 1712[118] cuando se retiraría muy provisionalmente, luego de una permanencia de más de 20 años consecutivos.

Benedikt Kuen, testigo perspicaz, a propósito de esa larga "estancia" glacial en el valle, hizo una importante observación, fechada en 1712-1713. *Esto es lo que me declaró el viejo cura del lugar, Mathias Gerstgrasser, nacido en Partsschin*, escribe Kuen: *que leyó en un libro* (¿un manuscrito?) *en casa de un Thumbherr, que el glaciar empezó en el siglo XIII.* (im dreyzehnten saeculo), *por razones de una sucesión de años muy fríos. Anoto esto por el valor que tiene; pero una cosa es cierta: fue hasta el siglo pasado* (XVII) *cuando el glaciar alcanzó las dimensiones que ahora tiene.*[119]

Interés doble en esas cuantas líneas: subrayan con razón la originalidad secular de los grandes avances del Vernagt en el siglo XVII, en 1600 y en 1680 (esos dos avances que señaló Kuen, y que no tienen precedente en épocas anteriores); por otra parte, gracias al término, en realidad inadecuado, de "empezó" (*Anfang*), el texto de Kuen sugiere, desde el siglo XIII, el punto de partida de un primer avance glacial. Tendré una nueva oportunidad de discutir esa cronología.

Pero debemos volver al avance de 1680. También existen pruebas de él, de manera original, en los Alpes del Este:[120] "la liquenometría" (medida del diámetro de las placas de

[118] Texto de Kuen, en Richter, 1892, p. 384.

[119] Texto de Kuen, en Richter, 1892, p. 384.

[120] Parece, en efecto, haber sido más intenso en el lado este de los Alpes que en el lado oeste.

liquen cuya tasa de progresión anual se conoce) fecha en 1680 la más avanzada y reciente morena del glaciar de Fernau[121] (Tirol).

Simultáneamente, el glaciar del Ruitor formó también una barrera en 1679; barrera que se rompió poco antes del 25 de septiembre, y luego se volvió a formar, y de nuevo se rompió al año siguiente (1680): este segundo vaciamiento del lago fue tan violento que arrastró los puentes de Villeneuve y de Equiliva.[122] Como ya es frecuente, en este caso los glaciares del Saas son sincrónicos del Ruitor: en esos años, el Mattmarksee, obstruido por el glaciar de Allalin en pleno crecimiento, conoció una fuerte extensión y "se remontó" hasta la cabaña de los pastizales del Mattmark, lo cual es una notable proeza. En julio de 1680, el fuerte calor de verano debilitó momentáneamente la barrera de hielo de Allalin; de pronto, el lago henchido se rompió, devastando el valle río abajo, como en 1633. Los vecinos del Saas juraron, aunque un poco tarde, que no les volvería a suceder: para ablandar el enojo divino, al cual creían causante de sus desgracias, hicieron un voto solemne: durante 40 años se abstendrían de banquetes, festividades, danzas nocturnas y juegos de cartas... El cronista de Zurbrüggen, al señalar este voto patético, se mofa de sus compatriotas: "Siempre se es más listo y más previsor después del golpe, escribe, una vez que se ha producido la catástrofe, una vez que las vacas se han escapado del establo, o que el glaciar se ha descarriado..."[123]

En 1682, el Allalin atravesaba y obstruía el valle del Saas mucho más abajo que su posición actual, según lo muestra el mapa de Antoine Lambien: en consecuencia, el Mattmarksee, mucho más henchido que en el siglo xx, medía aproximadamente 1 200 metros de largo, en la escala del mapa Lambien,[124] en lugar de los 500 metros de 1915, y

121 Heuberger y Beschel, 1958, citados por Mayr, 1964, pp. 267 y 279.

122 Baretti, 1880; Sacco, 1917.

123 Texto del notario Peter Anthanmatten, 4 de julio de 1680; y crónicas diversas en alemán y en latín, citadas por Lutschg, 1926, pp. 388 y 425.

124 Medí esta escala en el mapa de Lambien, tal y como está en la reproducción de Lutschg, 1926, p. 388, tomando como base la distancia del

menos aún hoy en día.[125] El Mattmarksee de 1682 tenía las mismas dimensiones que en la pequeña edad de hielo y, desde ese punto de vista, hacia 1680, hay sincronía efectiva entre el Tirol, Mont-Blanc y los Alpes Suizos.

Los textos de Chamonix en los años 1680 no son muy elocuentes en cuanto a la posición de los glaciares. El glaciar de Bossons fue tal vez muy grande, puesto que, contrariamente a lo acostumbrado, fue ese glaciar el que se tomó como límite de los *mas* de Chamonix[126] (*mas*: especie de circunscripción señorial para la percepción de rentas agrícolas). Esto es una presuposición razonable, sin más.

Igualmente, a propósito de las inundaciones del Arve registradas los días 28 y 29 de diciembre de 1680, los textos no dan ninguna indicación sobre el posible papel que pudieran haber tenido los glaciares locales en esa ocasión.[127]

Nuestra investigación no puede permanecer indiferente frente a datos de otro tipo que proporcionan con precisión los archivos de Chamonix respecto al año de 1679: datos indirectos, pero sorprendentes, sobre la demografía local. Ésta —como otras demografías del siglo XVII— no fue muy brillante en 1680. Pero en ese elevado valle del Arve, la población parece haber sido alcanzada de manera especialmente cruel.[128]

Recordemos, ante todo, algunos datos de conjunto que rebasan el marco particular de esta investigación: se sabe, por regla general, y a pesar de las graves crisis del siglo XVII, que las poblaciones de la época luiscatorciana siguen siendo

pueblo de Saas a la punta río abajo del Mattmarksee. Compárese con Lutschg, p. 41, mapa nº 10, y p. 414, mapa nº 27 (dimensiones del Mattmarksee durante la pequeña edad glacial).

125 *Ibid.* (y Richter, 1891).

126 Estos límites se indican con respecto a los dos *mas* (granjas) de la diezmería de *Montquart* (aldea de Bossons): el *mas* de Crans, "...que tiende por Crousaz a los glaciares"; el *mas* de Ducs, "que tiende por el curso del Nant (torrente) de Bossons hasta por debajo del glaciar" (ADHS, 10 G, 382-1, 14 de marzo de 1679); frases copiadas textualmente en 10 G, 282-3, año de 1706.

127 Mougin, 1912 (1ª. edición), p. 43.

128 Sobre este asunto de despoblamiento de la región de Chamonix en el siglo XVII y sobre los problemas conexos, *cf.* el anexo 9: textos, estadísticas, referencias.

muy superiores a las que se contaban (en las mismas regiones) en las peores épocas de los siglos XIV y XV, digamos hacia 1350-1450. Así, respecto a la mitad del sur de Francia, Baratier lo demostró al referirse a la Alta Provenza Alpina (que no se encuentra lejos de la Alta Saboya). Y también en el Languedoc, en tiempos de Colbert, los "pueblos" eran por lo menos dos veces más numerosos que en la triste época de Carlos VII o de Luis XI. El mismo desnivel secular se aprecia en Holanda: el logro demográfico de finales del siglo XVII no rebasó por mucho el del siglo XVI, pero lo alcanzó y eso es lo esencial. Más generalmente, la demografía se estancó en el siglo XVII; también, muchas veces, disminuyó en cierta medida. Pero (excepto quizá en los países alemanes de la Guerra de 30 años), no se trató de una caída hasta "el suelo", hasta el estiaje demográfico del período 1348-1450, de la peste negra ni de las guerras inglesas.

De ninguna manera . . ., excepto en Chamonix. Hecho increíble, asistimos incluso en esa región de alta montaña, a una inversión radical del esquema clásico. Parece ser que en Chamonix nos encontremos frente a una coyuntura demográfica original y desconocida hasta entonces.

La población local, a juzgar por los censos y los contribuyentes (cuyo número es poco revelador en valor absoluto, pero esencialmente significativo), disminuyó a la mitad o más entre 1458 y 1680 . . . Así pues, la diezmería de Chavents, que contaba con 223 contribuyentes en 1458, tenía sólo 80 en 1679. El caso de los *mas* (o circunscripción de rentas señoriales) más cercanos al glaciar de Bois es también muy significativo: los *mas* de Joppers y de Landrieux pasaron de 33 colonos en 1458 a 19 en 1679. Los *mas* de Gerdil (que comprendía Lavancher y el muy vulnerable Chatelard) pasó de 40 o 41 contribuyentes en 1458, a 18 en 1559, todavía 18 en 1679, 21 en 1706 y 22 en 1733. Es significativo que desde 1559 (en un período demográfico considerado en otros sitios generalmente como expansivo), la caída sea tan sensible.

Y de una manera general, el *lleno* de las poblaciones de Chamonix en el siglo XV, por oposición al vacío de los siglos

posteriores, se confirma con la grandiosa ceremonia de 1471: ese año, el obispo de Ginebra Jean Louis de Savoie dio la confirmación a más de 1 070 niños de Chamonix...[129] Cifra elevadísima, que difícilmente se volvería a encontrar 100 o 200 años más tarde en el mismo lugar.

Claro está que ese despoblamiento selectivo de la alta montaña puede explicarse muy bien por *consideraciones puramente humanas.* En período de auge económico (siglo XVI), así como en período de depresión, diversos factores pueden incidir en poblaciones de zonas ultramarginales (como lo era en ese momento Chamonix) y llevarlas a emigrar y, por lo tanto, disminuir. Pero el caso de los *mas* más cercanos al mar de Hielo (*mas* de Gerdil, de Joppers y de Landrieux) sigue siendo inquietante: no fue el clima de manera abstracta el que pudo contribuir a que la agricultura, que ya era precaria, y el poblamiento, poco reconfortante, se vieran impedidos, sino simplemente el crecimiento de enormes masas glaciales, aun en plenos valles habitados. Véanse los textos ya citados de finales del siglo XVI y de 1630.[130] Véase también este texto de 1730, por demás desgarrador, proveniente de los habitantes de Chamonix, quienes exponen (en período de comprobada crecida glacial)

> *que su país se encuentra rodeado de glaciares que causan un clima y un frío que no deja de sentirse en ninguna estación del año y que causan heladas que destruyen en parte las cosechas, además de que los terrenos situados casi verticalmente están sujetos a derrumbes de nieve o caídas de agua y de hielo, a inundaciones y corrosiones causadas por el río Arve y por una multiplicidad de torrentes impetuosos que manan de esos mismos glaciares, y a vientos tan impetuosos que a veces se llevan una parte del heno y del grano cuando ya están cortados; y ese aire glacial, por su aspereza, causa una cierta aridez y esterilidad en los terrenos.*[131]

[129] R. Couvert, vol. III b, p. 158.

[130] Textos sobre Chamonix y el Allalin, *supra*, p. 193 ss., 225-226.

[131] Mougin, p. 148: sobre los problemas del "aire glacial" procedente de los glaciares (capa de aire frío, brisa fría y viento catabático), *cf. Lliboutry*, 1965, p. 439.

En esos mismos años (1741-1743), Altmann y Richter encontraron los glaciares de Grindelwald y del Unteraar en estado de crecida.[184] Después (1748), sin embargo, el glaciar inferior de Grindelwald se retiró momentáneamente de manera intensa, hasta la brecha de Marbre o *Marmorbruch,* a 500 metros río abajo de su frente actual.[185]

Por otra parte, los indicadores, desde entonces clásicos (Vernagt, Ruitor y Allalin), continuaron, alrededor de la década 1740, dando síntomas de crecida: el Vernagt se acercaba peligrosamente al Rofenthal hacia 1748, pero sin que su avance fuera suficiente para provocar un bloqueo lacustre.[186] El Mattmarksee, en cambio, se rompió en 1740, 1752 y 1755.[187] En cuanto al complejo glaciar-lago de Ruitor, dio de qué hablar nuevamente en 1748 y 1751, cuando alcanzó y sobrepasó el punto de ruptura en varias ocasiones: en 1751, se señaló particularmente "una ruptura imprevista y precipitada del lago de Ruitor"; el ingeniero Carelli, consultado como experto, dejó un esquema que muestra en efecto que el glaciar en crecida obstruyó todo escape del lago y que éste se desbordó como tromba en verano, cuando se destapó un canal subglacial. Poco después (1752), un texto traduciría la agudeza de esa situación: "La irrupción del lago causó horribles daños el año pasado y en años anteriores."[188]

De una manera general, alrededor de los años 1740-1750, los glaciares parecen estar en crecida e imperar en las condiciones de todas las regiones del hemisferio norte, donde se han podido fechar sus límites y sus actividades. Parece difícil, en la época histórica, encontrar un período en el que las posiciones glaciales sean tan diferentes a las de nuestro tiempo.

Primer ejemplo: se señaló en 1742-1745 un máximo noruego,[189] máximo que nunca más ha sido rebasado, aun en

[184] Grüner, 1760, p. 152; Richter, 1891, p. 10.

[185] Altmann, 1751, p. 1 (mapa) y 33 y lámina reproducida al final de su obra. La cantera de mármol se indica con la letra F.

[186] Richter, 1891, p. 10.

[187] Lutschg, 1926.

[188] Baretti, 1880; Sacco, 1917.

[189] Werenskiold, 1939.

la primera mitad del siglo XIX, que llevó los frentes glaciales a varios kilómetros adelante de los límites alcanzados en el siglo XX,[190] y, a partir de 1740, arrolló las granjas que se habían librado de los avances menos fuertes de 1695-1720).[191] Hacia 1740, la granja de Tugoyane, que contaba en 1677 con dos granjeros, 38 cabezas de ganado y tres caballos y que producía 110 "medidas" de trigo, fue totalmente destruida. La de Abrekke resultó muy deteriorada.

Máximo islandés certificado por los mapas y los textos, y por esta vez acusa una sincronía perfecta entre los dos grandes glaciares de la isla y sus homólogos de Noruega y de los Alpes: la granja de Lonholl fue destruida por el Drangajökull en 1741; y el granjero de Mofellstadir evocó, en 1752, al viajero Eggert Olaffson, el avance del Drangajökull, precisamente cerca de sus edificios, en los años 1740. En cuanto al Vatnajökull, un mapa de 1732 y un texto de 1746 lo muestran contiguo a la granja de Breidarmok, la que había alcanzado y arrasado desde finales del siglo XVII.[192]

En Alaska, dos estudios recientes afirman una cronología del mismo tipo: en el glaciar de Lemon Creek, los árboles más viejos en la morena más exterior tenían una edad de 189 años en 1958. Tomando en cuenta el tiempo medido experimentalmente que necesitan los brotes forestales para implantarse en una morena recién constituida, el pequeño valle morénico tuvo que edificarse, según Heusser y Marcus, en 1759.[193] La correspondencia con los grandes movimientos alpinos y nórdicos del siglo XVIII es excelente a largo y aun a corto plazos.

La década 1750-1760 sólo deja ver pequeños cambios y la larga crecida persiste.

[190] J. Rekstad, 1906-1907, p. 347.

[191] Werenskiold, 1939; Oyen, 1906.

[192] Eythorsson, 1935, p. 127; Thorarinsson, 1943.

[193] Heusser y Marcus, 1963; fechas análogas (máximo hacia 1750-1850), según la edad de los más viejos árboles en las morenas recientes en Lawrence (1950), Sharp (1958), Cooper (1937).

Respecto al máximo del glaciar Mueller, en el Ben Ohau Range (Nueva Zelanda), máximo fijado en 1745 d.c., según la edad de los árboles que tapizan una morena extrema, ver Mac Gregor, 1967, p. 746.

Es así como el glaciar inferior de Grindelwald creció un poco luego de su rezago relativo "*Seither ist er wenig angewacshen*", dice Grüner, quien visitó el lugar hacia 1756).[194]

En 1752 y 1755, se señalaron rupturas del Mattmarksee, rupturas cuya significación glaciológica de crecida ya he mencionado, después de Lutschg, en repetidas ocasiones.[195]

Poco antes de 1760, A. Zingg dibujó y grabó el mar de Hielo, visto desde un punto que se encuentra río abajo de la iglesia de Chamonix, en el valle del Arve. Su dibujo puede considerarse como la primera representación iconográfica del glaciar de Bois (el croquis de Martel de 1742, evocado anteriormente, apenas merece ese nombre, a pesar de las útiles referencias que trae consigo). El dibujo de Zingg, me apresuro a decirlo, ¡no es gran cosa! Sin embargo, también provisto de referencias indudables (la iglesia de Chamonix, el Dru y el camino de Vallorcine), muestra el mar de Hielo en su posición clásica de la pequeña edad de hielo: desciende, en efecto, en esa representación de los años 1750, hasta los bordes del fondo del valle del Arve, y es perfectamente visible desde la cuenca de ese valle.[196]

En 1754, por otra parte, el Drangajökull se quedó en los prados donde se llevaba ganado a pastorear 20 años antes, y se ve cerca del fiordo de Tharalatur la presencia de una de sus lenguas terminales a más de un kilómetro adelante de su límite de 1935.[197]

1760: fecha histórica para el alpinismo. Horace-Benedict de Saussure visitó por primera vez el valle de Chamonix; regresaría en 1761 y en 1764; dejó un poco más tarde la descripción del lugar en sus *Voyages dans les Alpes*.

Partiendo de Servoz y dirigiéndose al priorato de Cha-

[194] Grüner, 1960, II, p. 153. Para Grüner, quien visitó Grindelwald en 1756, el glaciar inferior, en ese año, tiene aproximadamente la misma posición que en 1686 (*cf. supra*, pp. 250-251 y lám. IV: *"Die beygefugte Kupfertapfel die beyde diese Gletscher vorstellt den untern Gletscher... ungefahr in dem gleichen Zustande, in welchem er sich dermalen befindt"* (*ibid.*, pp. 150-151).

[195] Lutschg, 1926.

[196] Este grabado se encuentra en Grüner, 1760. Por un error del grabador o del editor, está "volteado" y da una imagen "en espejo".

[197] Eythorsson, 1935, pp. 124 y 133; Thorarinsson, 1943.

monix, Saussure[198] tomó el valle de ese nombre en la salida de las *Montées* (subidas), por un desfiladero estrecho y salvaje, de orientación S-SE, por arriba del Arve:

> Al salir de ese desfiladero estrecho y salvaje, se tuerce a la izquierda y se entra al valle de Chamonix... El fondo del valle está cubierto de prados en medio de los cuales pasa un camino... Se descubren sucesivamente los distintos glaciares que descienden de ese valle. Primero sólo se ve el de Taconay (Tacconaz) *que está casi colgado de la vertiente pronunciada de un pequeño precipicio en cuyo fondo se encuentra.* En seguida, la mirada se fija en el glaciar de Buissons (Bossons). Su hielo de una blancura deslumbrante, en forma de pirámide, tiene un efecto sorprendente en medio de los bosques de pinos que atraviesan y que rebasan. *Se ve al final el gran glaciar de Bois que se encorva al bajar, contra el valle de Chamonix; se distinguen sus muros de hielo que dominan rocas amarillas talladas verticalmente.*

Dejemos los detalles: por ejemplo, los Bossons que rebasan el bosque; el Tacconaz que ocupa el fondo de su morena o su barranco. Vayamos a lo esencial: la diferencia salta a la vista de cualquiera —así sea un simple automovilista— que haga ahora el mismo trayecto, de Houches a Chamonix. Saussure contempló lo que nuestros ojos no han visto y quizás no vean nunca: el mar de Hielo desplegado en todo su esplendor, encorvándose en el valle del Arve, y muy visible desde antes de llegar a Chamonix, cuando el viajero llegaba del sur. Así lo vio Saussure, así lo pintó Linck hacia 1800-1820.[199] Hoy en día, esa misma porción precisa del paisaje (o sea el thalweg del Arveyron, de los Mottets a Bois) no presenta ya la más mínima porción de glaciar visible desde abajo.

La continuación del texto y del itinerario de Saussure no dejan lugar a dudas. Saussure, en el capítulo siguiente de su viaje titulado *Del priorato a Vallorsine,* pasa más allá de Chamonix, en dirección del Arve de Amont, de

[198] Todos los textos citados aquí se encuentran en Saussure, I, 1779, pp. 429, 466-467, 469 y II, 1786, pp. 16-17.

[199] *Cf.* la reproducción fotográfica de este cuadro en la lámina XV.

Praz, de Bois y de Tines: "A 2 km del priorato, se atraviesa el Arve por un puente de madera y se llega a la aldea de Pres (Praz), donde vive mi antiguo guía Pierre Simón . . . ; a un km de ahí, *dejamos a nuestra derecha la parte baja del glaciar de Bois que concluye en un gran arco de hielo del que sale el Arveyron*" . . . Así pues, el acceso al glaciar de Bois era perfectamente visible, fácil, cercano; cuando se llegaba de la aldea de Praz, su punta terminal estaba como al alcance de la mano.[200] Y Saussure da aun, a propósito de ese glaciar, indicaciones que hoy no tendrían ningún sentido. No recomienda el paso por el Montenvers, demasiado abrupto, y propone el itinerario directo Chamonix-mar de Hielo por un camino que sigue la planicie y bordea el Arveyron: "Yendo hacia allá desde el priorato, es un paseo encantador *de una hora de camino plano que se puede incluso hacer en coche, pasando por muy bellas praderas y un bosque soberbio*."[201]

La carrera de Saussure, alpinista, viajero y narrador, tuvo una duración de aproximadamente 30 años. Durante todo ese tiempo, él consideró como una realidad normal, habitual, tener el mar de Hielo al alcance de sus paseos a pie o de un coche desde Chamonix. Realidad entonces, pero hoy en día, se ha esfumado: ¿qué "carreta" se aventuraría hoy en las gargantas rocosas de Mottets, última referencia del glaciar en retirada?

Igualmente, la caverna de hielo, la "gruta del Arveyron" existía realmente en 1760, 1764, 1780 y 1790, como síntoma del hielo expandido, en tiempos de los viajeros y dibujantes de esa glaciología prerromántica.[202]

En cuanto al glaciar de Argentiere, Saussure lo vio "descender en zigzag hasta el fondo del valle"; la misma imagen que dieron en 1850 los primeros daguerrotipos. El retroceso actual, por el contrario, sólo ha dejado subsistir la rama superior del zigzag.[203]

200 Texto de Blaikie (1775), citado por Bernardi, 1965, pp. 262-263.

201 Saussure, *op. cit.*

202 *Cf.* el texto y las referencias citados en el anexo 10. Los textos que concuerdan son tan numerosos en esos años de 1760-1820, que sólo presenté unos cuantos en el anexo 10, para no alargar la exposición.

203 *Cf.* las dos reproducciones de Argentiere, hacia 1850 y en 1960, lá-

Encontramos, pues, en esos años 1760-1790, la misma idea: persistencia, *normalidad* en la crecida glacial de larga duración en relación con la decrecida que probablemente existió en la Edad Media, y que no es más que un lejano recuerdo inscrito en la memoria de los campesinos; ese recuerdo mal fechado (puesto que era muy antiguo y anterior a 1600) fue sin embargo tenaz; Günter, en 1760, y Bourrit, en 1780, encontraron huellas de él en varias comunidades montañesas de Suiza y de Saboya, luego de encuestas hechas a conciencia.[204]

La iconografía, cada vez más abundante después de 1760, verifica ese punto de vista: rutina y normalidad de la larga crecida: no podemos más que remitirnos a la demostración cifrada que dio Mougin cuando estudió las acuarelas y grabados, a veces muy claros, ejecutados por Bourrit, Bacler d'Albe, Hackert y Chrétien de Méchel; esos dibujos, que representan Argentiere, el mar de Hielo o el Bossons, entre 1770 y 1790, muestran siempre frentes glaciales mucho más avanzados que en tiempos de Mougin (1912), a *fortiori* más avanzados que hoy en día: la diferencia es de 700 a 1 200 metros "a favor" del siglo XVIII.[205]

Nuevamente, y como siempre, el máximo alpino de 1770-1780 debe apreciarse como episodio *secundario*, tomando como base y como fenómeno primario el fondo de crecida glacial persistente.

Ese máximo estuvo bien marcado en Chamonix: desde 1774, el glaciar de Bossons, en crecida, invade los cultivos y Saussure, en 1786, acusó en su viaje de 1778 el avance más fuerte que haya registrado el glaciar de Bois. El glaciar de Argentiere en 1780, según la muy precisa acuarela de Hackert, de la que Mougin sustrajo las coordenadas, se encontraba a 1 700 metros río abajo del frente de 1911.[206]

La decrecida que siguió, bien probada en Chamonix

minas XXI y XXII. *Cf.* también Bernardi, 1965, pp. 264-265 (reproducciones).

204 Grüner, ed. 1770, pp. 329-330. *Cf.* también anexo 7, *in fine* (texto de Bourrit).

205 Reproducción, comentario, estudio estadístico en Mougin, 1912, en los párrafos referentes a los glaciares citados.

206 Mougin, 1910, p. 10, y 1912, p. 80, que cita a Coxe, Bourrit y Saussure.

desde 1784-1790, no fue más que otro episodio secundario, que implica cuando mucho un retroceso de 200 a 300 metros en distancia horizontal:[207] en 1784, luego de cinco o seis años de retroceder, el mar de Hielo se encontraba aún a 500 pasos en línea recta de la morena que bordea el camino del priorato a Tines, es decir, aproximadamente a 800 metros adelante de su posición actual (según un texto y un mapa de Saussure).

Cerca de Chamonix y fuera de Chamonix, y en todo el resto de los Alpes, también hubo un *estado de crecida* entre 1760 y 1790.[208] Afectó a diversos glaciares de la Allée Blanche, de Hüfi (desde 1760), de Tacconaz, de Gleret (cerca del Saint-Bernard), de Grindelwald, de Vernagt, de Gurgler, de Allalin, del Triolet, de Gietroz, de Macugnaga, de Tschingel en el Gasterntal y de Bies.

Los indicadores habituales, mencionados con frecuencia, se encuentran fielmente en su lugar: el Vernagt, observado y medido por el padre jesuita Walcher, profesor de mecánica en la universidad de Viena, obstruyó en forma considerable el Rofenthal en 1770-1772. El Mattmarksee se formó y luego se rompió en 1764, 1766 y 1772; en 1774, se encontró fuertemente obstruido por el glaciar; se hinchó y amenazaba hasta tal punto que los habitantes, asustados por la perspectiva de una nueva ruptura de la bolsa de agua, exigieron plegarias públicas en vistas a obtener la clemencia del Todopoderoso.[209] El glaciar de Bies se desplomó sobre Randa en 1786. El glaciar de Gietroz, como en 1595, obstruyó el thalweg del Dranse. Los glaciares de Grindelwald bajaron hacia el valle del Lutschine negro (1768-1777); y en 1777, Besson no reportó ningún "indicio de encierro" río abajo: es decir que igualaron sus máximos anteriores, simbolizados por las morenas terminales. La crecida de Grindel-

[207] *Cf.* el texto de Saussure, 1786, II, p. 19, citado en el anexo 10. El mapa de Saussure está reproducido en Mougin, 1912, lám. II, pp. 140-141.

[208] Las indicaciones siguientes, referentes a ese estado de crecida (1770-1790), se tomaron de Richter, 1888, pp. 145-146; 1891, pp. 12-13 y p. 24; 1892, p. 420 *ss.* Stolz, 1928, p. 20; Lutschg, 1926, p. 180 y *passim*. Hemos respetado la ortografía toponímica de los autores.

[209] Textos de los curas Thammatter y Ritoldi, octubre de 1774, citados por Lutschg, 1926, p. 391.

wald, en la década de 1770, fue tal que justificó el recurso de los parroquianos a un monje exorcista: pero este último, quizá jansenista, al ignorar si el avance del glaciar era obra de la Providencia o del demonio, se negó a ayudar a los campesinos.[210]

Los reportes de crecida de esas tres décadas son muy numerosos; esto se explica también por el aumento de la información; los Alpes entraron en ese entonces, debido a Rousseau y Saussure, en la cultura y en la sensibilidad occidental. Y muchos viajeros descubrieron la belleza y la originalidad de las montañas.

En algunos casos, el reporte de crecida implica únicamente el movimiento de corta duración: así fue cuando Saussure señaló, hacia 1778, que el glaciar del Triolet avanzaba. Pero, con frecuencia, el reporte es más amplio y va más allá del marco de la oscilación breve, del incidente momentáneo. Implica, entonces, la tendencia y da información sobre el *estado de crecida*, comparable con la decrecida de finales del siglo XIX o de principios del siglo XX. Así ocurre con las imágenes[211] de los distintos glaciares proporcionadas por los *Tableaux de la Suisse* de Zurlauben (París, 1780) o por los *Merkwürdigen Prospekte aus den Schweizergebirgen* (Berna, 1776), "que muestran, de todos los glaciares reproducidos, una extensión mucho mayor que en 1885"[212] (ese año de 1885 se sitúa precisamente en las primeras décadas de la larga decrecida).

Nada más típico a ese respecto, que el bello dibujo de Bourrit,[213] confirmado por el dibujo[214] y los comentarios de Besson sobre el glaciar del Ródano. El enorme *pecten* ocupa toda la parte río arriba del valle de Gletsch y obstruye enteramente el valle adyacente del Muttbach, donde se reúnen las aguas que llegan del Muttgletscher, de Tällistock, del Blauberg y de la Furka. Cuando Besson visitó el *Rhonegletscher*, las opiniones estaban divididas en cuanto a la

210 Richter, 1891, p. 12.
211 Según Richter, 1891, p. 13.
212 Fellenberg, 1885-1886, p. 7, citado por Richter, 1891, p. 13.
213 Bourrit, 1785, tomo II, p. 9; *cf.* lámina XI.
214 Figura III-C.

oscilación breve que se desarrollaba: los pastores declaraban que el glaciar retrocedía desde 20 años atrás; Besson pensaba, por el contrario, dando fe a sus propias observaciones, que el frente avanzaba. Pero, más allá de esos incidentes secundarios, lo que cuenta para nosotros, historiadores del largo plazo, es el fenómeno primario, la tendencia. En eso, no cabe la menor duda. Las mediciones precisas corroboran la evidencia de la iconografía: Besson[215] encontró el glaciar a 300 *toesas* (585 metros) de la fuente termal de Gletsch, y a 120 *toesas* (235 metros) de la morena terminal extrema. Pero, al término de un retroceso continuo, y remontándonos a 1856, el mismo glaciar, en 1870, se encontraba a 600 metros de la fuente termal, en 1874 a 950 metros, en 1914 a 1 900 metros y ahora a mucho más que eso. El sentido de la evolución es innegable: la larga crecida del siglo XVIII se opone a la larga decrecida de 1860-1960.

Brevemente, en los años 1760-1790, los europeos, como Saussure, Besson, Bourrit y tantos más, descubrieron sus glaciares. Y los descubrieron mucho más grandes que como nosotros, sus tatarasobrinos, que tenemos la ventaja de poder hacer comparaciones, los estamos viendo en el siglo XX. Esto es verdad en los Alpes; lo es también en Islandia: en 1754, el Drangajökull se encontraba a casi 1 km de la punta del fiordo de Tharalatur, escribía el viajero Olaffson; y esa posición ya era de por sí muy avanzada, puesto que se situaba a 1 km adelante del frente de 1935. Pero en 1775, el mismo glaciar estaba aun más adelante, pues llegaba al punto extremo de ese mismo fiordo y al mar, según Olavius.[216]

El siguiente período, "Revolución-Imperio", es menos fecundo en testimonios.[217] ¿El turismo alpino disminuyó acaso por los acontecimientos, por las comunicaciones internacionales más complicadas, etc.? ¿Los centros de interés fueron otros? Es muy probable: la iconografía es menos rica,

215 Textos en Mercanton, 1916, pp. 44-50.

216 Textos citados por Eythorsson, 1935, p. 133.

217 *Cf.* acerca de esto, algunos textos suplementarios y significativos en el anexo 10. *Cf.* también la lámina XXIX (glaciar de l'Allée Blanche —Vereda Blanca—), y, como comparación, las láminas XXVII, XVIII, y la Figura XIII.

hacia 1805, que alrededor de 1780, primera edad de oro de la glaciología antigua.

Esta iconografía existe, sin embargo. Bacler d'Albe, futuro general del Imperio, residió en Sallanches de 1786 a 1793,[218] y visitó con frecuencia los glaciares vecinos de Chamonix: pintó la gruta del Arveyron, en pleno desarrollo, y muy cercana al bosque y a la pequeña cresta rocosa que se avecina a la aldea de Bois. Chretien de Mechel dibujó, hacia 1788-1789, la vista en perspectiva del valle de Chamonix: el frente del glaciar de Argentiere rebasaba 900 metros su posición de 1911.[219] Podríamos decir lo mismo del glaciar de Allalin: en 1795, así como durante toda la primera mitad del siglo XIX, continuaba obstruyendo gallarda y majestuosamente el Mattmarksee.[220] Signo infalible de la pequeña edad de hielo.

En 1794, Conrad Escher von der Linth pintó, a la acuarela, el glaciar del Ródano,[221] visto desde lo alto de la Maienwang: como siempre, de 1705 a 1870, el *pecten* se extendía sobre el *Gletscherboden* en el pequeño valle de Gletsch; y obstruía completamente el valle de Muttbach. Todas las vistas contemporáneas del glaciar del Ródano (1787, 1791, 1794 y principios del siglo XIX) dan esta misma representación.

Llegaba precisamente el principio del siglo XIX: numerosos visitantes se daban cita como en peregrinación, en el valle de Chamonix: el análisis de sus testimonios, fastidioso pero indispensable, se presenta a continuación, en el

218 Ferrand, 1912, p. 11. *Cf.* también los textos del período 1805-1814 citados en el anexo 10, párrafo 4.

219 Reproducción y datos cifrados en Mougin, 1912, pp. 154-155 y lám. VI.

220 "De Saas a Montmort, hay 12 km. El camino... pasa al lado de un glaciar (Allalin), que cierra el fondo de la montaña, al descender de las cimas, y que al parar el curso del torrente forma un lago (el Mattmarksee) de aproximadamente 4 km de contorno" (carta de Abraham Thomas, 15 de julio de 1795, citada por Lutschg, 1926, p. 392). Textos análogos respecto a 1793, 1798, 1803, 1808, 1809, 1816, etc. Sin embargo, en 1981 (Lutschg, *ibid.*), el Allalin deja de obstruir el Saas-Visp (*ibid.*) y el Mattmarksee se colma.

221 *Cf.* Figura III-b, la reproducción fotográfica de esta acuarela. En los otros dibujos de esa época, que revelan el *pecten, cf. Maurer*, 1914, p. 25, y la colección Seiler en el hotel de Gletsch (principalmente un grabado inglés de 1880, con un *pecten* enorme).



Figura XIII. Lago de Combal y Glaciar de l'Allée Blanche *(Vereda Blanca). En este mapa, el glaciar de l'Allée Blanche o de la Lex Blanche tiene su posición contemporánea retrasada, donde ya no es bañado por el lago de Combal, que a su vez se encuentra muy disminuido en relación con el siglo pasado. Una cruz, a la derecha del croquis, indica el lugar donde el dibujo y las fotos de las láminas XXVII y XXVIII fueron ejecutados.*
Fuente: Mapa Vallot, ed. 1960, cartografías de 1930.

anexo 10. Después de tantos otros, esos hombres del Primer Imperio vieron también un mar de Hielo dilatado, en su estado clásico de pequeña glaciación, familiarmente encorvado hasta la llanura del Arve y visible desde esta última. La iconografía, fiel, corrobora de magnífica forma anotaciones: entre 1800 y 1820, el pintor suizo Linck pintó el mar de Hielo desde el macizo opuesto de la Flegere.[222] Su cuadro, aún conservado en la alcaldía de Chamonix, es tan preciso, que podemos identificar las aldeas de Tines y de Bois, los corredores de avalanchas y "todos los huecos que, en Montenvers, rasgan los bosques comunales": el glaciar de Bois, en su forma característica de las épocas de crecida se encorva armoniosamente, más allá de los Mottets, para regresar por el suroeste, en dirección de la llanura del Arve. Su punta este se encontraba a 920 metros adelante de su posición de 1911 y aun más (1 200 m) si lo comparamos con 1955. El mar de Hielo se encontraba aún muy cerca de la planicie. Se explica, pues, que en 1816, Byron, el poeta cojo, después de haber contemplado las masas de hielo de Bossons "que bajan hasta los campos de trigo" haya podido seguir los consejos de Saussure y dirigirse en carreta hasta el nacimiento del Arveyron.[223]

Podemos generalizar: entre 1770 y 1850, según los numerosos datos iconográficos, cartográficos o descriptivos proporcionados por Saussure, Hackert, Coxe, Forbes, de Luc, de Charpentier, etc., el glaciar de Bois nunca ha retrocedido más de 100 a 200 metros en relación con la posición que ocupa en el cuadro de Linck; en varias ocasiones ha sido más largo (200 a 300 metros). El cuadro de Linck se sitúa pues en la *norma* del período 1770-1850. Y, de manera homóloga, la imagen[224] tomada por Mougin desde la Flegere en 1911 —y que muestra el mismo panorama que el de Linck, pero sin hielo— muestra a su vez la norma de larga

222 *Cf.* láminas XV y XVI; *cf.* también las reproducciones (1820 y 1911) y los comentarios de Mougin, 1912, en el párrafo "Mar de Hielo", "Glaciar de Bois", y láminas VII y VIII.

223 Texto citado por Engel, 1965, p. 43. Acerca de lo que sigue, *cf.* Mougin, 1912.

224 Mougin, 1912, lám. VIII. *Cf.* lám. XVI.

duración del siglo xx; mi fotógrafo oficial tomó sin problemas, en 1966, una fotografía análoga a la de Mougin.

El Allalin también proporciona, hacia 1800, indicaciones concordantes respecto a la crecida glacial: obstrucción y ruptura del Mattmarksee, en 1790, 1793, 1798 y 1808.[225]

Finalmente, primeros datos históricos acerca del glaciar de Oisans: en 1807, se señaló al prefecto de los Altos Alpes, de visita en el macizo —y sin que esto pareciera extraordinario— que el paso de Arcine estaba ocupado por el glaciar del mismo nombre; señal de que se trataba de una "extensión enorme del glaciar" de Arcine, escribe Ch. Rabot. También en 1807, el glaciar de Rip del Alp, arriba del nacimiento del Romanche, progresaba.[226]

De una manera general, en el paso del siglo xviii al siglo xix, hacia 1806, no se notó ningún síntoma de retirada de las masas glaciales: en Islandia, los glaciares del grupo de Vatnajökull se encontraban muy avanzados —mucho más que en 1940— y muy cerca de sus morenas terminales, hacia 1793-1794. Hacia 1789, y luego en 1807-1812, los glaciares noruegos progresaron hasta los límites extremos que habían alcanzado en los años 1740.[227] En Alaska, un mapa ruso de 1802 muestra los glaciares que ocupan completamente el fondo del valle del Cooper, valle que hoy en día recorre una vía de ferrocarril;[228] en Lemon Creek, hacia 1769-1819, el glaciar se encontraba todavía 1 km adelante de su posición de 1900-1930 y 2 km adelante de su posición de 1958, aunque un poco atrás en relación con su posición de 1759 (aproximadamente 200 m): esto se sabe, gracias a la serie de morenas terminales fechadas por los árboles.

Alpes, 1816-1825: nuevo salto, desde esos frentes glaciales que acabamos de mencionar. Desde el 23 de julio de 1816, Mary Shelley,[229] quien visitó el nacimiento del Arveyron,

[225] Lutschg, 1926, p. 180.

[226] Reporte de Ladoucette, prefecto de los Altos Alpes, citado por Ch. Rabot, 1914, vol. 29.

[227] Thorarinsson, 1943; Werenskiold, 1939.

[228] W. O. Field, 1932.

[229] M. Shelley, *Journal*, 1816.

al pie de la caverna de hielo, notó que el glaciar de Bois "crece 30 cm cada día y tiende de este modo a obstruir el valle de Chamonix". Expresó, pues, de manera un poco exagerada, pero significativa, las mismas aprensiones que los habitantes de Chamonix en 1644, cuando temían que el mar de Hielo, furioso, bloqueara el valle del Arve, y lo transformara en un lago.[230] Mary se impresionó tanto con ese enorme glaciar, que transformó en *yeti* el *zombie* de sus próximas aventuras y colocó cerca del Montenvers el escondite provisional de la monstruosa criatura ya evocada en este libro, y que hizo modelar por su héroe Frankestein.[231]

La tendencia, mencionada por la escritora, era típica: el mar de Hielo, hacia 1820, alcanzó 1 350 m más adelante que su posición de 1911, a 20 m de la casa más cercana de la aldea de Bois;[232] se desplegaba hasta el llano, en forma de curva, como Linck lo pintó, pero con más majestuosidad y más amplitud. Hugo, quien lo visitó en 1825, lo describió en pocas palabras que dicen lo esencial. "Más allá del glaciar de Bossons, opuesto al priorato de Chamonix... hay primero un bosque de gigantescos alerces... sobre ese bosque, *la extremidad del mar de Hielo, que rebasa el Montenvers como un brazo que se dobla, se inclina y precipita sus bloques marmóreos... y abre sobre el llano esa boca espantosa donde nace el Arveyron como un río...*"[233] Las imágenes y las precisiones topográficas son evidentes: Hugo vio el mar de Hielo en su plenitud y doblado hacia el llano, como lo vieron Combet, Saussure y Linck.

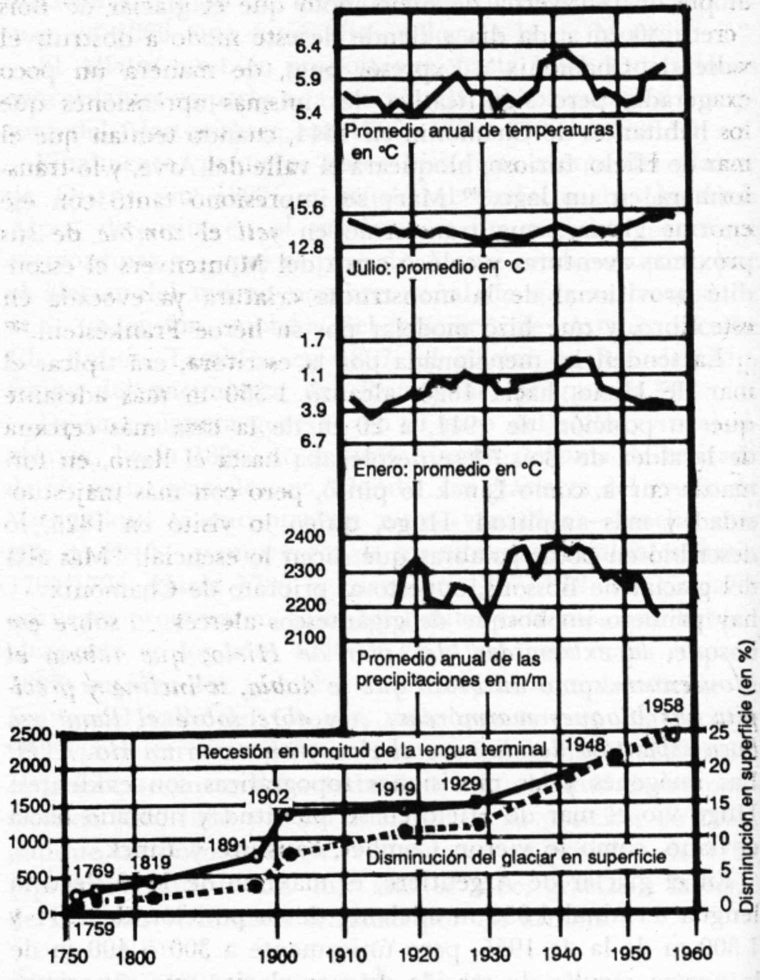
En el glaciar de Argentiere, el máximo de 1818 llevó la lengua terminal 1 050 m adelante de su posición de 1911 y 1 300 m de la de 1955, pero únicamente a 300 o 400 m de la norma secular de crecida de este glaciar que conocimos

230 En Groenlandia, los máximos sostenidos por los glaciares en el siglo XVIII y sobre todo en el siglo XIX, antes de la retirada del siglo XX, han sido estudiados con lujo de detalles por Weidick, 1968, pp. 1-102. Se aprecia una gran sincronía con estos datos.

231 M. Shelley, *Frankestein*, cap. x.

232 Y no a 30 m, como lo escribí por error en un artículo de 1960. Acerca de este avance de la "Restauración", *cf.* Mougin, 1912, en el párrafo de la lámina XV.

233 Texto citado por Engel, 1965, p. 45.



GRÁFICA XIII. El glaciar de Lemon Creek (Alaska). *Diagrama sacado de Heusser y Marcus, 1964, p. 81: la recesión secular del glaciar de Lemon Creek, en longitud y en superficie, desde sus máximos de los siglos* XVIII *y* XIX, *es evidente. Se han anexado a la gráfica datos locales sobre las precipitaciones y las temperaturas.*

Por razones de presentación y de comodidad, la escala cronológica fue modificada a partir de los años 1900.

entre 1730 y 1860. En cuanto al glaciar de Bossons, en 1818 avanzó y se expandió sobre los cultivos y sobre un bosque; amenazaba la aldea de Montquart. Asustados, los habitantes tuvieron los mismos reflejos que en 1643; al cabo de una procesión al glaciar, plantaron una cruz en la máxima morena terminal. Esa cruz, que sobrevivió hasta principios del siglo xx, permitió a Mougin medir la posición del hielo en esos primeros años de la Restauración: el glaciar de Bossons se encontraba, pues, en 1818, 590 m adelante de su frente de 1911 —y a más de 1 200 m del de 1952.[234]

El máximo glacial que se escalona alrededor de 1818 (de hecho de 1814 a 1825) aparece en pleno período científico, turístico y periodístico. Es muy conocido. Desde 1891, E. Richter[235] daba un panorama de conjunto que he resumido en un cuadro, año por año y glaciar por glaciar: (Cuadro páginas 266 y 267).

Glaciares o grupos de glaciares referidos por:

A *Año*	*B* *Avance*	*C* *Máximo*	*D* *Inicio de la retirada*
1814	Grindelwald inferior		
	y superior		
	Lys		
1815	Sulden		
	Gietroz		
	Langtauferer		
	Langen		
1816	Palue		
	Hintereis		
	Unteraar	Zigiorenove	
1817	Le Tour	Ferpecle	
	Gurgler	Montminé	
	Grindelwald superior	Hintereis	
1818			

234 Mougin, 1912 (en el párrafo "Glaciar de Bossons"). *Cf.* también láminas XXIII y XXIV.

235 Richter, 1891, pp. 26-29. Hemos respetado la ortografía toponímica de este autor.

A *Año*	*B* *Avance*	*C* *Máximo*	*D* *Inicio de la retirada*
		Ródano	
		Gietroz	
		Bossons	
		En general, todos los glaciares del Valais y del Mont-Blanc	
1819	Renften	Sulden	Ródano
	Tschingel (?)	Argentiere	
	Lötschen (?)	Grindelwald inf.	
	Gastern		
	Gygli (¿o Gauli?)	Bies	
	Engstlen		
	Wenden		
	Rufenstein		
	Schmadri		
	La Jungfrau		
	Steinen (¿Steingletscher?)		
	Schildhorn		
1820	Vernagt	Brenva	Sulden
	Leiter	Miage	Lys
		Le Tour	Alée Blanche
		Allalin	Fribouge
			Triolet
			Brenney
			Hautemma
			Tzanrion
			Chalen
			Val Ferret
			Bagne
			Todos los glaciares del Saas
1821		Zesetta	Prafloray
			Durant-en Tzina
1822	Allalin	Grindelwald superior	
	Gorner	Vernagt	
		Schwarsberg[236]	
		Brenney	
		Rosenlavi	
1824		Fee	
		Y los glaciares del cantón de Uri	

236 *¿Schwarzenberg?*

Este cuadro, en el que he rectificado algunas indicaciones de Richter basándome en trabajos más recientes, es doblemente interesante: primero por sí solo y también porque, gracias a él, el historiador puede representarse en su realidad los máximos llamados de "1600-1601", de "1643-1653", de "1680", de "1720" y de "1770"...

De hecho, frente a un paroxismo tal, todos los glaciares no tuvieron su máximo el mismo año: algunos empezaron a avanzar cuando otros aún quedaban estacionarios o incluso en retroceso. Los máximos también tuvieron variaciones y algunos glaciares iniciaron su retirada el mismo año en que otros aún estaban en plenitud. La noción de máximo glaciar, en un gran macizo montañoso (los Alpes) debe evocar sólo una situación mayoritaria, muy mayoritaria; jamás una unanimidad plebiscitaria.[237]

Kinzl investigó en la práctica las morenas de 1818 a 1820.[238] Las fechó fácilmente por la edad del manto boscoso que las cubría. Las distinguió de las morenas más recientes (que corresponden a la última recurrencia máxima, la de "1840-1850"). Las distinguió también (según la antigüedad de los árboles y aplicando criterios geomorfológicos) de las morenas máximas más antiguas —contemporáneas del siglo XVIII o quizá más probablemente del siglo XVII.

Se esforzó, con sutileza, en aclarar el caso en que la morena de 1820 atraviesa y rompe la del siglo XVII; el caso en el que, al contrario, se queda en el *interior* de la circunvolución frontal edificada en la época clásica, y a poca distancia de ésta.

Luego de varios años de estudio, de viajes y de excursiones, Kinzl concluyó respecto a 67 glaciares examinados: 23, piensa, tuvieron su máximo histórico reciente más pronunciado "en el siglo XVII", hacia 1600-1610, o hacia 1643-1644 (o hacia 1680, agregaría yo, refiriéndome a los recientes trabajos de Heuberger y de Mayr). 19 glaciares alpinos, por otra parte, tuvieron ese mismo "máximo máxi-

237 Lliboutry, 1965, p. 727.
238 Kinzl, 1932.

mo", puede decirse, hacia 1820; finalmente, el resto del lote, hacia 1850. Desde mediados del siglo XIX hasta 1930 (de hecho hasta 1960), no ha habido avances comparables a esas tres series de *maxima maximorum.*

De cualquier manera, los máximos de 1600, etc., 1820 y 1850 se aproximan mucho unos a otros, y son perfectamente comparables. Son solamente los puntos extremos alcanzados por las *olas* momentáneas más potentes, durante una situación tenaz de *gran marea* glacial, que persistió durante varios siglos.

Después de 1820-1825, la *ola* se calmó un poco. Dicho de otro modo, los glaciares retrocedieron varias decenas o centenas de metros. Pero la *marea* persistía.

El gran desarrollo de las masas glaciales de Chamonix[239] en relación con el siglo XX, lo prueba una serie de muy buenos grabados de 1830. En el glaciar de Tour, en el año de "las tres gloriosas", la lengua terminal estaba aún muy baja, mucho más baja que en 1907 o 1960. El glaciar de Argentiere, en 1830, formaba, *hasta la llanura*, el clásico zigzag, ahora totalmente amputado. Ese mismo año, según el dibujo de Jean Dubois, "en papel cuadriculado", el mar de Hielo sólo había retrocedido 110 metros en relación con su máximo de 1820-1825; se encontraba a 1 240 m río abajo de su posición en el año de 1911, y a 1 600 m de su posición hoy en día.[240]

También en 1830 fue la época de los primeros catastros de tipo contemporáneo en la región del Delfinado. Los glaciares del Delfinado son en general más pequeños que los de Saboya y sus movimientos han sido menos amplios que los de sus homólogos de Chamonix. Sin embargo, los glaciares del Delfinado tienen, en los catastros de la época de Louis Philippe, dimensiones muy comparables a las que tenían en los mapas de estado mayor de 1853; y esas dimensiones eran netamente superiores a las de las mismas masas a finales del siglo XIX o en el siglo XX.

En 1834, un viajero francés, Rey, visitó el nacimiento y el glaciar del Ródano. Su descripción se corrobora perfec-

239 Según Mougin, 1910 (fig. 2 a 6).
240 Mougin, 1912, p. 168 y lámina XV, gráfica I.

Glaciares del delfinado[a]

A *Macizos y glaciares*	B *Posición del frente glacial en el catastro de 1830*[b]*, en relación con el año de referencia en el siglo* XX	C *Año de referencia en el siglo* XX
Macizos de los Grandes-Rousses		
Glaciar de Serennes	+ 530 m	1927
Glaciar del Grand-Sabat	+ 600 m	1928
Glaciar de Quirlies	+ 225 m	1928
Glaciar de Malatres	+ 130 m	1928
Glaciar de los Rousses	+ 180 m	1928
Macizo del Pelvoux:		
Glaciar de la Selle	+ 900 m	1929
Glaciar del Chardon	+ 449 m	1930
Glaciar de la Pilatte	+ 700 m	1930

[a] Mougin, VII, 1934.
[b] Conocido por los mismos métodos que *supra*, p. 247 (catastro de 1730).

tamente con el grabado de Ritz (1834), en el que el *pecten* glacial, muy abombado, aparece muy cercano al albergue de Gletsch. Rey, por su parte, subrayó que el *pecten* obstruía el pequeño valle de Muttbach.[241] De entre las indicaciones numéricas que proporcionó, se encuentra la distancia que separaba al glaciar de la fuente termal: 485 m; distancia aproximada, desde luego, pero muy acorde con la norma secular del período 1750-1850 (en la que esa misma distancia varía siempre entre 300 y 600 m). Gran contraste, desde luego, con el *Rhonegletscher* del siglo XX: 1 900 m

[241] Rey, 1835; *cf.* también el comentario de Mercanton, 1916, *Cf.* ese texto de Rey, citado *supra*, p. 258, sobre el texto de Scheuchzer (1705).

era la distancia "frente-fuente termal" en 1914, y aun más en nuestros días.

1842: Forbes, al cabo de una escrupulosa triangulación, elaboró el primer mapa científico del mar de Hielo;[242] ese mapa confirma que tuvo lugar una ligera regresión respecto a los máximos de 1820-1825: – 370 m aproximadamente. Pero es indudable el contraste que existe con la situación del siglo xx: la punta del mar de Hielo cartografiada por Forbes en 1842 yacía 980 m más adelante del frente de 1911 y 1 300 m adelante del frente de 1950-1960. Las anotaciones cualitativas confirman también esa diferencia radical entre un siglo y el otro; Forbes escribió respecto a la terminación del glaciar y de la gruta-fuente del Arveyron: "Desde el pueblo de Praz, esa cascada de hielo se ve directamente de frente." Esa frase, ahora, ya no tiene sentido alguno.

La iconografía de tipo moderno hizo su aparición en la década de 1850. La primera fotografía[243] del glaciar del Ródano data de 1848: contrariamente a las fotos actuales, aquéllas revelan la misma estructura que en los grabados prefotográficos (1705-1848) del *Rhonegletscher*, o sea, el Muttbach obstruido, y un *pecten* gigante en el pequeño valle de Gletsch.

Buisson, quien fuera fotógrafo oficial de Napoleón III, tomó una fotografía del mar de Hielo hacia 1857. Convenció a los más escépticos. No cabe duda: en 1857, una gigantesca masa de hielo llenaba y abotargaba el actual valle del Arveyron, hasta su desembocadura cerca de la aldea de Bois; en ese mismo *thalweg* en el que ahora sólo existen bosques y morenas, grandes piedras, árboles jóvenes y aguas brotantes. Esa foto *"muestra hasta la evidencia, que ni Bourrit, ni Bacler d'Albe* (y yo agregaría que ni los obispos sa-

242 Este mapa (final del libro de Forbes, 1843) ha sido reproducido aquí en la lámina XVIII. *Cf.* también Forbes, 1843, p. 61 y Mougin, 1912, p. 168.

243 Reproducidas en Mercanton, 1916, p. 16 y *passim*; George, 1866; *cf.* también las figuras III-F y siguientes, los croquis ejecutados de acuerdo con esas fotografías.

boyanos del siglo XVII) *exageraron la poderosa importancia de los montones de hielo acumulados al pie de las vertientes de Montenvers.*"[244]

Otro episodio coyuntural viene a agregarse a esta tela de fondo, a esta estructura plurisecular de larga crecida, que va de los textos de Combet (1850) hasta las triangulaciones de Forbes y los daguerrotipos de Buisson y de Dollfuss-Ausset.

Se trata del máximo de 1845-1858, más precisamente de 1850-1855. Los estudios de Kinzl,[245] y sobre todo las innumerables referencias (casi un centenar) acumuladas por Richter, permiten circunscribir cronológicamente ese episodio. De 1835 a 1844, el avance glacial parece haberse generalizado en los Alpes. De 1845 a 1858, las situaciones máximas dominaron y culminaron en 1850 (seis glaciares o sistemas glaciales en estado de máximo) y de nuevo en 1855 (nueve glaciares o sistemas glaciales en estado de máximo). En fin, las indicaciones de retroceso, hasta entonces dispersas, se tornaron constantes, regulares y prácticamente exclusivas a partir de 1861.[246]

Una vez más, en Chamonix podremos medir sin dificultades ese movimiento. Al igual que en 1600 y que en 1777 (según el grabado de Jalabert, tan exacto), el mar de Hielo "hinchado hasta el tope" en 1850, tendió de nuevo a alargarse y a pasar por encima de los contrafuertes (al sur) de la cuesta del Piget (siguiendo así el mismo camino que en 1600 condujo a la pérdida de Chatelard y de Bonanay), y se desparramaba del lado de los Tines. Como lo escribió J. Vallot,[247] al reproducir el testimonio de Michel Couttet, de la aldea de Bois: "Hacia 1850-1851, el mar de Hielo llegaba aproximadamente a 50 metros del pueblo de Bois. Había destruido ya un bosque de alerces que se encontraba

244 Mougin, 1912, p. 150 y lám. X, fig. 2; *cf.* también en Von Klebelsberg, 1949, II, p. 670, un hermoso daguerrotipo del glaciar de Vernagt (en 1846) que obstruye el Rofenthal y forma un lago; esa foto fue tomada desde un lugar (el Zwerschwand), desde el cual ahora es invisible la lengua glacial (*ibid.*, p. 670), como pude verificar en el lugar mismo, en 1966.

245 Kinzl, 1932.

246 Richter, 1891, p. 33 *ss.*

247 Citado por Mougin, 1912, p. 169.

en la parte plana. . . *el glaciar cubría la morena del Piget hasta arriba, y lanzaba bloques en medio de esa cuesta por el lado de Tines*. . ., en 1855, el glaciar llenaba así por completo sus morenas."

Michel Couttet no mintió. La foto de Buisson, en 1857, muestra que aún en esa fecha, el glaciar de Bois empujaba una punta característica por encima de las primeras cuestas y del asentamiento del Piget, en dirección de la planicie del Arve y de Tines.

Ese máximo de 1850-1855 provocó pánico en algunas ocasiones. Así lo relata un bello texto que fue publicado hace ya 30 años, por un erudito saboyano,[248] basado en el diario de Pierre Devouassaz, campesino de la aldea de Tour.

Septiembre de 1852: glaciares enormes, vientos cálidos y fuertes lluvias.[249] Debido a fenómenos de fusión, las masas terminales de los glaciares, muy gruesas, desbordantes, tendían a desprenderse y resbalar para ir a estrellarse en el fondo de los valles. *Los glaciares brincaban*, como dijo nuestro cronista campesino, Pierre Devouassaz. La catástrofe, que dejó un saldo de más de 100 000 francos de daños, se situó entre el 15 y el 19 de septiembre de 1852. En esos días, escribe Devouassaz:

> *las lluvias fueron considerables*. . . *los glaciares brincaron al mismo tiempo*. . . *tanto que llegó una enorme avenida que cubrió una parte de los bienes de Tour* (más adelante, el mismo texto habla también de una ruptura en la morena del glaciar de Tour). . . *Al mismo tiempo, el glaciar de Argentiere brincó y cubrió* (diversas tierras). . . *entre Argentiere y Chosalets*. . . *Y durante todos esos días, los glaciares de Lognan*[250] *cayeron hacia Pierret, que quedó sepultado. Y yo que estoy escribiendo todo esto, me encontré en Lognan como procurador para repartir los quesos, nos vimos obligados a escondernos en la cava* (del castillo). *Hacía un ruido espantoso, y parecía que todos los glaciares caían al mismo tiem-*

[248] Humbert, 1934.
[249] Mougin, 1912, p. 170.
[250] Pequeño glaciar de Chamonix que domina los pastos del mismo nombre.

po... Desde la aldea de Praz hasta Tines, todo el gran camino fue arrasado por las aguas del glaciar de Bois.

A partir de 1855, los primeros síntomas de retroceso se hacen sentir en Chamonix. Desde 1861, el retroceso glacial, estimulado por las primaveras y los veranos cálidos productores también de vendimias precoces,[251] que se registraron a partir de 1857 en Francia y en Suiza, se manifestó en todos los Alpes. La importancia de este retroceso es considerable y, por primera vez en tres siglos, se llegó a un punto del que no se regresaría nunca más.

En un año (1867-1868), el mar de Hielo retrocedió 150 m. Luego, en 10 años (4 nov. 1868-27 sept. 1878), perdió 757 m; 76 metros por año. Al cabo de esa década liquidadora, la gruta del Arveyron desapareció, la lengua glacial se refugió en las cañadas rocosas de Mottets, de las que no ha vuelto a salir hasta ahora.[252]

Situación similar respecto a la lengua terminal del Ródano, cuidadosamente vigilada desde 1874 por el servicio topográfico suizo, que no ha tenido un solo año de avance de 1874 a 1916 (año del gran estudio de Mercanton). Cada año marca un retroceso apreciable[253] de una decena de metros y a veces aun mayor.

Decididamente, a partir de los años 1860-1870, la edad del gran retroceso había empezado, y esto es válido para todos los glaciares alpinos:[254] cambiábamos de época.

"El pájaro de Minerva no emprende el vuelo sino hasta el crepúsculo." Viejo dicho, verdad oportuna: en historia, como en filosofía, una reflexión sobre un fenómeno no adquiere un sentido completo, hasta que ese fenómeno haya terminado, esté completo; cuando se puede considerar en su totalidad. Richter y Mougin, grandes eruditos y pioneros de la historia glacial, salían apenas de la fase multisecular de crecida de los glaciares. Les faltaba el retroceso para

251 *Cf.* anexo 19.

252 Mougin, 1912; desde los años 1860-1975, descripciones significativas de estas retiradas en Martins, 1867 y 1875.

253 Mercanton, 1916, p. 56 y plano nº 11.

254 Lliboutry, 1965, p. 725.

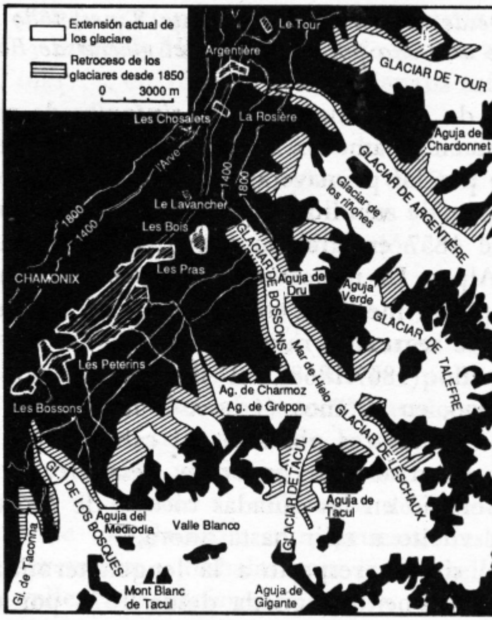


FIGURA XIV. Los glaciares del valle de Chamonix. *Este mapa (L. R. L., 1960) fue realizado por Jacques Bertin, a partir de dos documentos:*

— Mapa a escala 1/50 000 I. G. N., sobre el estado actual de los glaciares (1949);

— Mapa a escala 1/80 000, sobre la situación aproximada de los glaciares, luego *del máximo de 1850.*

Este último mapa se copió de J. Vallot: Évolution de la cartographie de la Savois et du Mont Blanc, *París, Barrère, ed. 1922, atlas, pl. XXIV (reproducción de un mapa de G. H. Dufour, "Topographische Karte der Schweiz, Martighy, 1861", cartografiado y ejecutado en el lugar, entre 1854 y 1861).*

En el documento Dufour, ejecutado poco después del máximo de 1850, y cuando un ligero retroceso se había hecho sentir, los glaciares del Mont-Blanc son más grandes que en el mapa de 1949. Tienen aún las dimensiones promedio que habían conservado en los siglos XVII *y* XVIII (cf. *los glaciares de Bois y de Argentiere, muy cercanos a los pueblos del mismo nombre; compárese con 1949).*

La curva de nivel de 1 400 metros limita el valle. La curva de 1 800 m corresponde al límite superior de la vegetación.

poder apreciar plenamente el significado de los episodios que descubrieron. Para Richter en particular, que escribía en 1880-1890, el retroceso glacial era un fenómeno tan reciente que no podía apreciar plenamente su alcance secular, y que él inscribió en un ciclo de 35 años de fluctuaciones de los glaciares que le inspiraron las especulaciones de Brückner. El desarrollo de la glaciología científica hasta Hoinkes y Lliboutry, ha conservado todas las adquisiciones de Richter; pero ha hecho justicia a esa ciclomanía trentenaria, característica del pensamiento de una época.[255]

Desde 1900-1925 y hasta 1955-1960, la regresión de los glaciares fue tal, el efecto de contraste con el siglo XIX fue tan fuerte, que estamos mejor preparados para apreciar, si no como un bloque, sí como una estructura sincrónica original, los fenómenos glaciales que se extendieron entre 1590 y 1860. Dos textos y algunos trabajos importantes nos permitirán ver las cosas claramente.

Primero los textos. Se refieren a ese complejo glaciar-presa-lago de Ruitor, que de 1590 a 1860 se distinguió como el mejor indicador de la crecida de larga duración de las masas glaciales. Se sabe que, a partir de 1864 (y hasta nuestros días), ese complejo, debido al retroceso glacial y a la desaparición de la presa lacustre, luego de 270 años de estragos, dejó de ser devastador en los valles adyacentes; simplemente dejó de ser, por la desaparición de la presa.

Los glaciólogos italianos, Baretti en 1880 y Sacco en 1917, sintieron y mostraron, con textos y mapas, la nueva originalidad de la situación. Pero ya desde 1867, un canónigo de Aosta, G. Carrel, había intuido que en el Ruitor se había producido algo nuevo y que una situación multisecular había sido abolida, volteada. Y escribía: *"Se nos asegura ahora que el lago de Ruitor ha desaparecido por completo.*[256] *De ser así, se trata de un hecho extraordinario y com-*

[255] *Id., ibid.*, p. 727.

[256] De hecho, el lago de Ruitor no desapareció por completo después de 1864; simplemente disminuyó mucho su extensión y su profundidad y dejó de ser peligroso (*cf.* Sacco, 1917).

pletamente nuevo. La historia no menciona nada así en los siglos pasados."[257]

En 1867, pues, *salimos* de la fase multisecular de crecida. Pero 271 años antes, en 1596, cerca de Ruitor, era a la inversa; *entrábamos* en serio en esa misma fase de crecida, en ese período prolongado de gran marea de los glaciares. Y un ingeniero italiano, Soldati, convocado por las autoridades, tenía conciencia de ello al escuchar las quejas de los campesinos.

> *Encontré* —escribía el 10 de octubre de 1596—[258] *que el lago* (de Ruitor) *está cerrado por todas partes por altas montañas de roca viva. Exceptuando sin embargo un lugar: en la parte inferior* (del lago), *había una abertura baja, algo ancha, por la que salía constantemente el agua de dicho lago, sin causar daños en el valle ni en ningún lugar,*[259] *y ahora ha llegado una masa de nieve congelada llamada "rosa"*[260] *por los campesinos, tan grande que cubrió y cerró la abertura en cuestión hasta muy arriba.*

Y Soldati describió entonces todos los desastres provocados por el agua acumulada detrás de esa barrera cuando logró salir por una brecha y se avalanzó río abajo.

Soldati tenía razón: la crecida del *rosa* o glaciar del Ruitor —que sería recurrente de 1596 a 1684— era aún una novedad para los habitantes de la región en el siglo XVI. (Algunos datos sobre los que volveré a hablar[261] permiten pensar que en realidad una crecida glacial similar no se había producido en el Ruitor desde el siglo XIII, a más tardar a finales del siglo XIV.)

Con Soldati (1596), entramos a la glaciación del valle de Aosta. Con Saurel (1867), salimos. Entre esas dos fechas, entre esos dos textos, se sitúa todo un período de imperialismo glacial, período original y masivo.

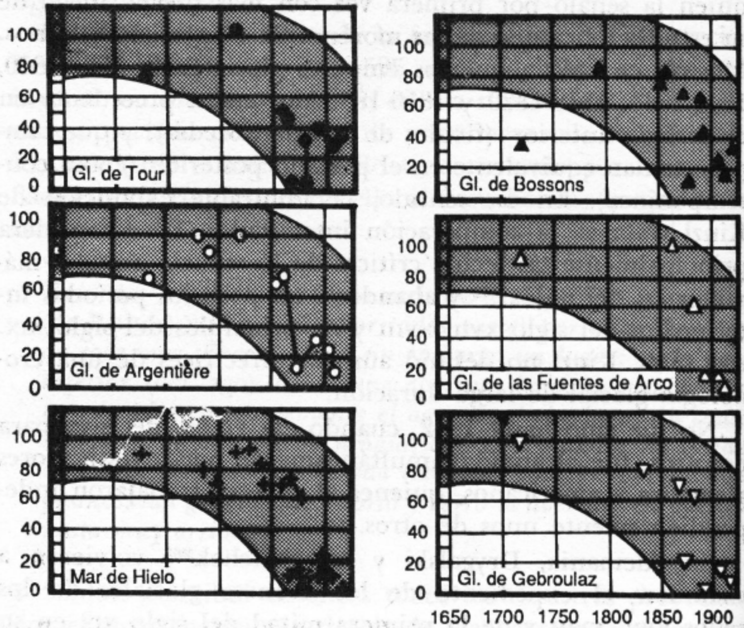
257 Texto citado por Baretti, 1880, p. 50.
258 *Ibid.*, p. 55.
259 "...*per la quale perpetuamente uscita l'acqua di detto lago, senza portare alcun damno a la detta valle, ne altrove...*"
260 *Rose, roise, rosa*: "glaciar" en dialecto del valle de Aosta.
261 *Cf. infra*, pp. 351 *ss.* y anexo 13.

Esa originalidad masiva, fue seguramente Kinzl, en 1932, quien la señaló por primera vez con más fuerza, luego de su estudio de campo de las morenas de 67 glaciares alpinos. Mostró, en efecto, que los empujes glaciales de 1600-1610, 1643-1644, 1818-1820 y 1850-1855 no tenían precedente en el período anterior (finales de la Edad Media); y que tampoco tenían equivalente en el período posterior (época contemporánea). En ese sentido, la admirable exposición de Kinzl trata ya la comparación intersecular. Pero considera principalmente las fechas críticas de los cuatro grandes máximos así definidos;[262] y abandona un poco los períodos intermedios del siglo XVII, XVIII y de principios del siglo XIX. Así pues, Kinzl no definió aún las directrices de una cronología glacial de larga duración.

No fue sino hasta 1942, cuando esa etapa, decisiva para nosotros, fue alcanzada simultáneamente por investigadores alemanes y americanos, quienes al parecer trabajaron independientemente unos de otros.

En Alemania, Drygalski y Maschatchek[263] volvieron a examinar el expediente de los avances glaciales de los siglos XVII, XVIII y de la primera mitad del siglo XIX en su *Gletscherkunde* de 1942. Ese expediente, en ese entonces, era menos completo que ahora y el inventario que ellos hicieron lo era también. Sin embargo, las tesis de esos dos autores son claras y sólidas: no podemos hablar de avance glacial, dicen,[264] solamente en "1600" —o en "1643-1644", etc.—, porque al comparar los datos de cada uno de los macizos en el tiempo, y también de un macizo con los de otro (Alpes del oeste y del este, del norte y del sur, etc.), es más bien "todo el siglo XVII" el que se encontraba en crecida glacial continua:[265] al mirar ese dato de base, ese dato "primario", las oscilaciones pasajeras, ya sean positivas y máximas (1643) o negativas (hacia 1690) no aparecen más que como incidencias secundarias, a veces puramente locales.

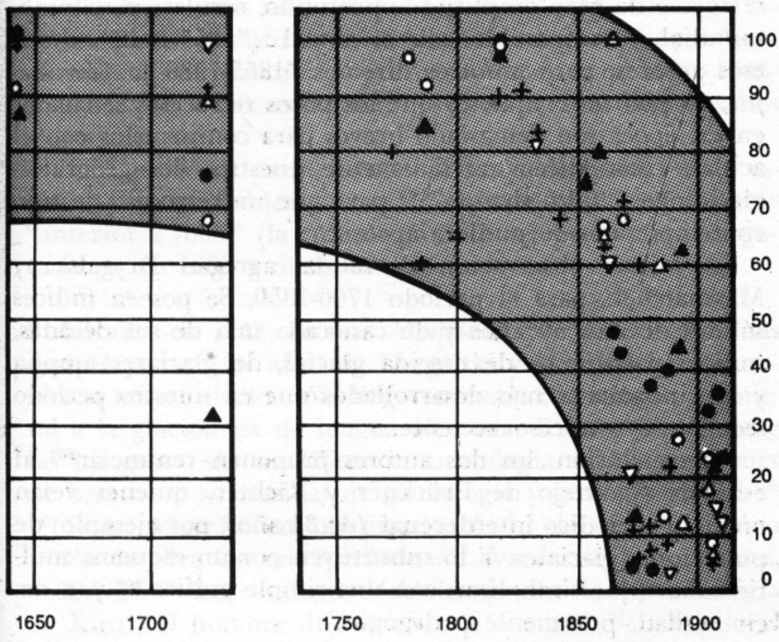
262 Kinzl, 1932, *Cf.* acerca de esto, las observaciones críticas de Lliboutry, 1965, p. 727.
263 Drygalski, etc., 1942.
264 Drygalski, etc., 1942, pp. 214-215.
265 Drygalski, etc., 1942; *cf.* también Lliboutry, 1965, pp. 724-725.



Gráfica XIV. *Esta gráfica, que tiende a visualizar la larga evolución de los glaciares de Saboya, se copió de un artículo publicado por el autor en los* Annales *E. S. C. (de mayo-junio de 1960, gráfica I).*

A la izquierda, evolución de cada uno de los glaciares; a la derecha, evolución general de los glaciares.

Los tiempos se encuentran en abscisas; en ordenadas, las posiciones de los frentes glaciales. Éstas han sido cifradas por Mougin en distancias horizontales, medidas a partir de una base inmutable o línea imaginaria, trazada por medio de referencias locales (por ejemplo, la "línea del sombrero", respecto al mar de Hielo); cada una de esas bases o líneas se colocaba "detrás" de su lengua glacial respectiva (en la posición que ocupaba esta última en 1911) y se encontraba situada, además, a una distancia variable del punto ocupado por la extremidad de esa lengua terminal, en ese preciso año.



A fin de hacer posible la comparación entre las evoluciones de los distintos glaciares, todas esas distancias fueron llevadas a una misma línea convencional (correspondiente al punto 0), situada a 100 m río arriba del mínimo histórico conocido de cada glaciar en el período considerado (1640-1911). El índice 100 representa el máximo histórico conocido. El valor de la diferencia 0-100 es de 1 600 m en el caso del mar de Hielo; de 1 700 m, en el del glaciar de Bossons; de 1 340 m, en el del glaciar del nacimiento del Arc; de 1 800 m, en el del glaciar de Tour; de 1 400 m, en el del glaciar de Gebroulaz; y de 1 150 m, en el de Argentiere.

El periodo 1850-1860 separa claramente dos épocas: marea alta antes y marea baja después (que continuaría bajando después de 1911, si las series se hubiesen prolongado).

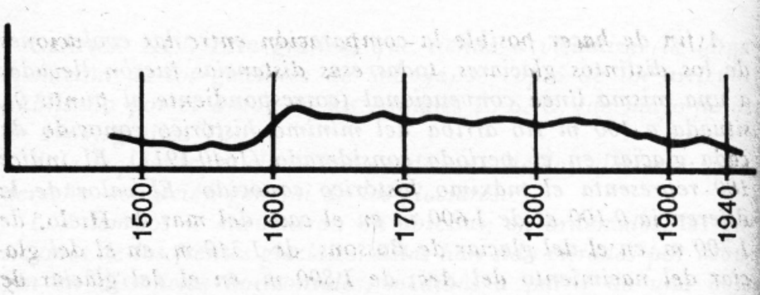
N.B.–*Cf.* gráfica análoga, relativa a los glaciares de Islandia, en Thorarinsson, 194, artículo citado.

FUENTE: Mougin, 1912, pp. 14, 17, 36, 48, 56, 58.

Nunca se hace referencia en los datos del siglo XVII a un retroceso de gran amplitud —profundo, secular, panalpino, mundial— comparable con el actual ("1855-1942", dicen esos autores, pero nosotros diremos "1855-1980"). *Aún mejor, no podría ser*, puesto que los pocos retrocesos señalados en esa época son demasiado breves para compararlos con el actual: como dicen acertadamente nuestros dos geógrafos-glaciólogos, "faltó tiempo"[266] para que un retroceso de tipo contemporáneo se pudiera apreciar.

La misma observación es válida, agregan Drygalski y Maschatchek, para el período 1700-1850. Se poseen índices sólidos de esos 50 años y de casi cada una de sus décadas, índices panalpinos de crecida glacial, de glaciares amplia y continuamente más desarrollados que en nuestro período secular de retroceso reciente.

En conclusión, los dos autores proponen renunciar[267] al esquema ya viejo de Brückner y Richter, quienes veían un ciclo periódico interdecenal (de 35 años, por ejemplo) de pulsaciones glaciales. Y lo substituyen por un esquema multisecular (que simbolizan con una simple gráfica,[268] y, a decir verdad, puramente pedagógica):



GRÁFICA XV. Esquema (Pedagógico) de las fluctuaciones glaciares en los Alpes. *(Estiaje medieval, crecida moderna, decrecida contemporánea.)*

FUENTE: Drygalski, etc., 1942, p. 216, Figura 35.

[266] Drygalski, 1942, p. 215.
[267] Drygalski, *ibid.* y Lliboutry, 1965, p. 727.
[268] Drygalski, p. 216 y aquí gráfica XV.

1. Por una parte, entre 1590 y 1850, "gran marca" de los glaciares jamás interrumpida, pero sí "ondulada" por las olas o el movimiento de las oscilaciones breves (cuyos "máximos" más importantes —positivos— son los de 1600, 1643-1644, 1820 y 1850; esos máximos considerados como asaltos extremos).

2. Y, por otra parte, estado de larga decrecida, o de estiaje, muy probablemente a finales de la Edad Media y "anterior a 1600" (la cronología debe ser precisada); y seguramente de 1860 a nuestros días.

Publicadas en 1942, en una Alemania que tenía otras cosas en qué pensar, las ideas de Drygalski y Maschatchek no tuvieron mayor efecto. Sólo llegaron como conocimiento general a la glaciología de lengua alemana. R. von Klebelsberg las integró— sin modificar la cronología ni las posiciones de base— en su manual de glaciología y geología glacial.[269] Y Franz Mayr,[270] en un gran artículo de 1964, volvió a tomar la idea de un "período de avance de los glaciares, 1590-1850". La catalogó dándole (según la terminología de Kinzl) el nombre de "estadio de Fernau";[271] y le dio el número "Xf" de su lista de oscilaciones glaciales alpinas, acaecidas desde el óptimo climático.

Al mismo tiempo, una problemática bastante análoga vio la luz en los Estados Unidos: en 1942, François E. Matthes incluye en una publicación colectiva, *Hydrology*, dirigida por O. E. Meinzer, el importante capítulo "glaciares".[272] Dadas las condiciones un poco lejanas de las bibliotecas estadounidenses de la época, Matthes también quiere abrir un expediente glaciológico de los cuatro últimos siglos, sobre todo de los Alpes, de Noruega y de Islandia. Hace referencia a los pueblos trabajados y dañados por los glaciares; a los avances glaciales más numerosos y más cercanos

269 R. von Klebelsberg, 1949, II, p. 672.

270 Mayr, 1964.

271 Del nombre de un glaciar tirolés cuyas morenas son muy características.

272 Matthes, 1942, pp. 148-215.

unos de otros que lo previsto en la teoría de los "ciclos" de 35 años; en fin, al estado general de crecida alpina de 1600 a 1850, fechas abultadas. Su documentación —y cómo podríamos reprochárselo— es muy escasa: Matthes soslaya a Lutschg, también a Mougin y a Letonnelier, a los que sólo cita por referencias a través de Kinzl y Charles Rabot. Sitúa en 1600 la destrucción, debida al glaciar de Brenva, de San Juan de Pertuis (cuando ese episodio, únicamente conocido por la tradición oral, nunca pudo ser fechado).[273]

Pero estas pequeñas críticas no son más que pamplinas: a pesar de algunas fallas, la vasta información de Matthes, su cultura glaciológica y geográfica le permitieron establecer algunas conclusiones dignas de interés; he aquí las principales:

1. Los glaciares alpinos, escandinavos e islandeses,[274] tuvieron una fase de "expansión moderada pero persistente" durante todo el período moderno, desde una fecha que se puede fijar hacia 1600. Esa fase precede a la "presente recesión glacial", desde 1850.

2. Ese largo período de crecida glacial sigue a su vez a una fase de menor expansión de los glaciares, "en la Edad Media", cuando en Islandia, Escandinavia y los Alpes, prosperaban los hábitats destrozados o cubiertos por los frentes glaciales de los siglos XVII y XVIII.

[273] San Juan de Pertuis (o de Pertud) habría sido destruido y cubierto por el glaciar del Brenva, como castigo a los habitantes que cortaron el heno en el día feriado de Santa Margarita. Este episodio, si es real, es seguramente muy antiguo (siglo XII o XIII), puesto que San Juan de Pertuis, que, según se dice, es la parroquia más antigua de la región del Brenva, no se encuentra en ninguna lista de la baja Edad Media referente a las parroquias del valle de Aosta. Según Forbes (1842), aún bajo el glaciar, se oían repicar las campanas al atardecer, en el lugar correspondiente a San Juan de Pertuis. Los chalets actuales de *Pertud,* debajo de la morena lateral derecha del glaciar de Brenva, se encuentran probablemente situados más abajo en relación con el lugar en donde se encontraba en ese entonces el pueblo arrasado por el glaciar.

[274] ¿Deberíamos agregar los glaciares de Alaska y de Nueva Zelanda? Acerca de Alaska, *cf. supra,* p. 269. Acerca de Nueva Zelanda, *cf.* Burrows y Lucas, 1967, p. 467; esos dos autores, que utilizan técnicas de "liquenometría" (*supra,* pp. 239-240), consideran que los máximos del glaciar del monte Cook se sitúan en las mismas fechas que las de los Alpes de los siglos XVII, XVIII y XIX.

3. Estos tres episodios sucesivos seculares o interseculares, de la Edad Media a nuestros días (digamos provisionalmente, para simplificar, estiaje medieval, crecida moderna, decrecida contemporánea), se sitúan a su vez en un período de mayor duración, intermilenario o multimilenario, con una antigüedad de 3 500 a 4 000 años. Ese período, que viene luego de los fastos y los calores del óptimo climático, coincidió con un enfriamiento general del clima y con una restauración general de los glaciares, muy maltratados durante el *Wärmezeit*. Matthes propone agrupar esos tres o cuatro milenios recientes de frescura y de pequeña reglaciación (a su vez marcados, como hemos visto, por oscilaciones seculares o multiseculares más o menos frescas, más o menos suaves) bajo el cómodo término de "pequeña edad glacial". Notemos de paso que esa pequeña edad glacial equivale al subatlántico de los palinólogos.

Las ideas e incluso el vocabulario de Matthes tuvieron un eco duradero. Richard Foster Flint[275] y sus colaboradores los integraron a su concepción de conjunto de la época pleistocénica. Y la idea de una gran fluctuación fresca (que abarca en general la época histórica) multimilenaria y postóptima —durante la cual se individualizan algunas subfluctuaciones más breves, tibias o frescas, seculares e interseculares— parece hoy en día generalmente aceptada.[276]

El término figurado de "pequeña edad glacial" inventado por Matthes, ha tenido posteriormente una suerte curiosa. Este término es sin duda un poco osado, puesto que evoca, a propósito de fenómenos algo limitados, las verdaderas edades glaciales que llenaron de inlandsis América y Eurasia. Además, esa palabra de Matthes ha sufrido una evolución digna de interés: abandonando la intención explícita de su autor, se ha dejado de aplicar a los miles de años del subatlántico para reservar su aplicación únicamente a la fase bisecular reciente, última, de crecida de los glaciares (1600-1850). Lamb, Schove y muchos más califican frecuentemente esos dos siglos y medio de "pequeña edad

[275] Flint, ed. 1947, p. 499-500; Charlesworth, 1957, II, p. 1495-1496.
[276] Pédelaborde, 1957; Mayr, 1964.

glacial".[277] Finalmente, la costumbre hace el derecho, y podemos aceptar ese vocabulario con toda razón. Notemos, sin embargo, que los autores alemanes, sobre todo Kinzl y Mayr, cuando hablan de la fase reciente o fase multisecular última de crecida de los glaciares (1570-1850), la bautizan con el nombre de *estadio de Fernau*, o simplemente *Fernau*, en lugar de pequeña edad de hielo.

Pero lo importante no son estas cuestiones de palabras. Lo esencial es que, desde 1942, desde Drygalski y Maschatchek, y más tarde Matthes y Ahlmann, la larga duración, cara a los historiadores, hizo su aparición no sólo en la historia *geológica* de los glaciares (hace ya tiempo que se hizo, desde Agassiz)[278] sino también en su historia reciente, en su historia *histórica*. Las concepciones cíclicas (ciclos de 11 años, de 35, etc., apreciados por Brückner y Richter) han sido sustituidas por una concepción basada en la tendencia y en la larga duración, desde hace unos 30 años cuando la evidencia misma del movimiento secular de los glaciares se impuso; una teoría que cuenta en décadas y en años, cierto, pero también en siglos y en multisiglos. Después de todo, los geólogos de las grandes épocas glaciales, cuentan no sólo en siglos, sino en milenios y en decenas de milenios.

¿De dónde me vino, pues —si esta demostración histórica se remonta ya a más de 20 años (1942)— la necesidad de volver a examinar en detalle el expediente glacial de la larga fluctuación moderna? ¿No es más que suficiente, una exposición breve, incisiva, sustancial y brillante como la que dio en pocas páginas Louis Lliboutry en el tomo II de su monumental *Traité de glaciologie*?[279]

Desde el punto de vista del glaciólogo, sí, claro está. Pero del lado del historiador, no, no del todo. La razón es sencilla: Kinzl, Drygalski, Matthes, Ahlmann y Flint son especialistas de tal o cual ciencia de la naturaleza. Geólogos, glaciólogos y geógrafos, pero no historiadores. Tuvieron la

277 Lamb, 1963; Schove, 1949.
278 Agassiz, 1840.
279 Lliboutry, 1965 (vol. II), pp. 724-727.

visión luminosa, la intuición rápida de la larga crecida glacial moderna (1590-1850). Pero no intentaron explicar en forma detallada esa intuición, probarla año con año o, por lo menos, década por década. ¿Qué son dos siglos y medio a los ojos de esos especialistas, acostumbrados a los miles y millones de años de la geología? Un breve instante en la evolución, o sea dos o tres páginas de un manual de geología, y una rápida revisión, a veces incompleta, de los acontecimientos, de las pruebas y las referencias.

Esa brevedad y ese vistazo vivo presentan las ventajas habituales de la intuición. Pero también tienen sus inconvenientes. Inconveniente inicial en los enfoques "históricos" demasiado acelerados y demasiado alusivos que ocasionan toda clase de distorsiones cronológicas. Muchos eruditos, incluso los mejores de ellos, han tomado como bueno lo que llamamos precipitadamente "pequeña edad glacial" de los siglos XVII y XVIII. Y sin ocuparse más de los documentos de base, ¡han moldeado el término a su medida! Algunos le dan inicio en el siglo XIV, en 1430; ¡otros en 1750! Autores muy competentes y a veces de buena reputación, como Brooks, han novelado literalmente su "pequeña edad glacial". Han introducido un "interglacial" (retiro prolongado) perfectamente imaginario: algunos en 1680 y 1740, otros entre 1700 y 1750, y algunos más entre 1760 y 1790, "¡o alrededor de 1815!" A veces, simplemente han extrapolado, sin documentos, series climáticas y series glaciales: o de los Alpes a Islandia o recíprocamente. Han ignorado casi por completo los documentos originales (a pesar de existir publicaciones en alemán, italiano y francés) y, copiándose —mal— unos a otros, se han instalado, cada quien por su lado, en su "pequeña edad glacial" según su fantasía y su conveniencia. Originario de un país sin glaciares y por consiguiente sin documentos acerca de ellos, C. E. P. Brooks ha tenido el desacierto de recurrir muy a menudo a publicaciones de segunda mano.[280]

[280] Brooks, ed. 1950, p. 301: "Hubo un rezago (de los glaciares) durante la primera mitad del siglo XVIII (?), seguido de una nuexa expansión (?) durante la primera mitad del siglo XIX." En 1951, da otra secuencia, tan inexacta como la primera. *Cf.* también la secuencia de Schove, 1949, en un

Estos errores no tendrían mayor importancia si, etiquetados con el nombre de C. E. P. Brooks, no hubiesen sido tan difundidos en la literatura especializada en todo Inglaterra y Estados Unidos, cada día más importantes.

Era necesario reaccionar. Y, para empezar, he querido analizar con cuidado toda esta cuestión, operar un retorno a las fuentes de información, cosa que ni Drygalski ni Matthes creyeron posible o juzgado necesario. Revisé, pues, todos los tipos de documentos que interesan, de diferente manera, a la historia glaciológica moderna: conjunto o *corpus* de textos desde el siglo XVI; *corpus* iconográfico de imágenes glaciales, de 1640 a 1850; *corpus* catastral y cartográfico a partir de 1730.

Una investigación de este tipo, en el marco limitado de un libro de las fuerzas de un solo investigador, no era realizable con respecto a todos los macizos glaciales de Europa. Sólo hablé, pues, de Islandia y Escandinavia, como alusiones marginales. Pero sobre los Alpes, de los que llegaban documentos de todas partes, relacionados entre sí, quise llegar a un cierto nivel de exhaustividad. En el caso alpino, y sin pensar en fronteras políticas, italianos, helvéticos, germanos y franceses, podemos conciliar los rigores afortunados de la erudición benedictina, con las preocupaciones de la historia estructural, abierta a la larga duración.

Las intuiciones de los teóricos de 1942 se han confirmado con la prueba documental: es un hecho: los siglos XVII, XVIII y XIX no sólo tuvieron algunos avances glaciales aislados más espectaculares que duraderos; hubo una fase multisecular de crecida de los glaciares, que tuvo su máxima potencia a partir de 1590 y que terminó en los Alpes después de 1850. Y los síntomas de crecida fueron tan frecuentes, cercanos, continuos, intensos, que no es posible encontrar, en esos dos siglos y medio, un lapso suficiente para intercalar una decrecida secular comparable a la que hemos estado experimentando desde hace 100 años. El período 1590-1850 conoció, indudablemente, desde el punto de vista

artículo por lo demás apasionante: la pequeña edad de hielo (que empieza en 1540) es interrumpida por un *interglacial* en 1681-1740, luego por un *lull* en 1771-1800, y se termina hasta 1891.

de los glaciares, sus propias fluctuaciones internas, sus movimientos, sus flujos y reflujos irregulares.[281] Pero esas oscilaciones son secundarias en relación con el hecho primario: la larga continuidad de la crecida "moderna" (1590-1850), que contrasta con la pequeña crecida "medieval" y con la decrecida "contemporánea" (después de 1850).

Así, sobre este punto, hemos llegado a un terreno consolidado. Será más difícil encontrar ahora distorsiones y confabulaciones cronológicas, luego de este peregrinar hasta las fuentes de información. La hipercrítica fijista, por otra parte, será más fácilmente contrarrestada. Y el historiador, seguro con estas aseveraciones verificadas, puede, desde este momento, volverse hacia problemas vecinos y a los períodos cercanos, y hacerse nuevas preguntas con serenidad:

1. Primera pregunta: ¿en qué contexto climático tuvo lugar el estadio u oscilación de *Fernau*,[282] es decir la fase intersecular de crecida de los glaciares alpinos (1590-1850)?

2. Pregunta en realidad inseparable de la anterior: ¿a qué tipo de fase sucedió el estadio de *Fernau*? ¿Fases similares al *Fernau*, o simplemente análogas, lo precedieron en el período histórico o protohistórico?

3. Tercera pregunta, que supone que la primera esté resuelta: ¿es posible plantear el problema de los efectos humanos, tal y como puede acarrearlos una oscilación glacioclimática del tipo *Fernau*, "en descenso" (es decir, dirigiéndose de causas a efectos)?

4. ¿En qué contexto climatológico —y ya no únicamente climático— se inserta el conjunto de los fenómenos así aprehendidos y descritos "en ascenso" (es decir *remontándose* hacia las causas más lejanas)?

Intentaré brevemente desarrollar esos diferentes puntos. Pero debo recordarles, de paso, que el historiador del clima no sólo se plantea problemas que puede resolver . . .

281 Lliboutry, 1965, ha insistido mucho sobre este punto.

282 Sobre este tema de *Fernau*, *cf. supra*, pp. 299, 301.

V. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El problema relativo al contexto climático del *Fernau* admite dos clases de respuesta, según parece.

En primer lugar, una respuesta teórica. Llamemos "fenómeno B" a la más reciente fase secular de *decrecida* (1855-1955). Sabemos que a esta fluctuación glaciar "B" corresponde una fluctuación climática ("fenómeno A"), que representa el papel de causa en relación con "B". En efecto, el recalentamiento secular que se ha registrado en todo el mundo, y principalmente en Europa, ha hecho retroceder en grado significativo los glaciares: "A" determina a "B".

En forma inversa, entre 1590 y 1850 no se nota ningún episodio de desglaciación secular que pueda compararse en amplitud con el "fenómeno B". Esa ausencia presupone lógicamente la ausencia simultánea del fenómeno inductor, de tipo "A": por tanto, no pudo haber habido, entre 1590 y 1850, ningún período de recalentamiento marcado que pueda compararse con el nuestro en amplitud y duración. Dicho de otro modo, a pesar de diversas fluctuaciones *de recalentamientos cortos o moderados, que son siempre posibles,* el *trend* secular de las temperaturas promedio entre 1590 a 1850, estarían retrasados en algunos décimos de grados centígrados por abajo del nivel contemporáneo; esta diferencia tendencial estaría comprendida probablemente entre 0.3°C y 1°C.

Tal afirmación parece no tener argumentos en contra. Para plantearla me he limitado a invertir el modelo, sólidamente establecido, y que da la correlación recalentamiento-desglaciación para el siglo XX. Pero se sobreentiende que en esta fase de la reflexión esta hipótesis sigue siendo aún puramente teórica.

No por mucho tiempo, quizás, porque con el apoyo de esta conceptualización, comienzan a experimentarse pruebas que se pueden obtener a partir de las series de observaciones meteorológicas que se hicieron en el pasado, en Europa occidental, hace ya mucho tiempo: los cuadros y curvas térmicas del siglo XVIII y de la primera mitad del XIX, levantados por Labrijn en Holanda, por Manley en Inglaterra, y por otros más en Suecia, Dinamarca, Alemania y Austria, indican para ciertas estaciones, sobre todo el invierno, temperaturas promedio claramente inferiores a las del siglo XX (de 1°C o aún menos); las temperaturas

anuales de estos períodos y series estarían superadas por las actuales en varios décimos de grado centígrado.[1]

Muy convincentes también, desde este punto de vista, serían las antiguas series fenomenológicas invernales de Europa, América y el Extremo Oriente: año tras año se sabe la fecha de la primera nevada en Annecy[2] (1773-1910), en la que se producía la barrera glacial, además el deshielo del Neva en Leningrado (1711-1951). Los mismos fenómenos se han observado cada año en el lago Kavalesi[3] de Finlandia (1384-1943), en el lago Champlain[4] de Estados Unidos (1816-1935), y en el lago Suwa, cerca de Tokio (serie citada, 1444-1954). H. Arakawa, que ha hecho tanto por la historia climática del Extremo Oriente, ha publicado también la fecha anual de la caída de la primera nieve en Tokio[5] (1632-1950): era, en efecto, el día ritual en que los daimios hacían sus homenajes al shogún Togukawa.

Todas estas series convergen, y su convergencia parece significativa, por lo menos para Europa. Las nieves y los hielos eran más tempranos y los deshielos más tardíos en los siglos XVII y XVIII que después de 1840-1850. La estación fría era así más larga y dura (cerca de tres semanas más en Rusia y en Finlandia). En Europa como en el Extremo Oriente, este rigor invernal parece haberse desencadenado a partir de 1540-1560 y reinó con una fuerza particular durante el siglo XVII, en todo el antiguo continente.

Se objetará, con razón, que los lagos y las estaciones meteorológicas de que se trata (Tokio, Utrecht, Edimburgo, Estocolmo, Berlín, con excepción de Viena), están muy alejados de los Alpes y de sus glaciares-testigos.

Sería conveniente por ello disponer de estaciones de observación en los glaciares mismos, que señalarían la acumulación de nieve y las temperaturas *durante el siglo XVIII* (éstas son el principal factor de ablación); deseo piadoso, desde luego, y que en nada corresponde a las realidades documentales, que son infinitamente más pobres.

Sin embargo, la zona glaciar o "periglaciar", en el más amplio sentido del término, en los Alpes, no está desprovista totalmente de observaciones térmicas antiguas: Annecy está situada,

[1] Labrijn, 1945; Manley, 1946 y 1953; Liljequist, 1943; Lysgaard 1949 y 1963, etc. *Véanse* gráficas VI y VII.

[2] Mougin, 1912, pp. 206-208 (cuadro y promedios).

[3] Sokolov, 1955, pp. 96-98.

[4] Kassner, 1935.

[5] Arakawa, 1954, 1956, 1957.

poco más o menos, sobre el mismo paralelo de los glaciares del Monte Blanco, en una región vecina. Esta ciudad posee una de las más antiguas series meteorológicas francesas, actualizada por el médico Despines a partir de 1773, y más tarde por el canónigo Vaullet y por la comisión meteorológica de Alta Saboya, durante la guerra de 1914. Esta serie está confirmada desde el origen (1773), por las observaciones fenológicas sobre la primera y la última nieve del año: el recalentamiento secular que denunciará la serie de Annecy en todas las estaciones parece real, ya que se ve acompañada, conforme a su instauración en el siglo XIX, de las primeras nevadas más tardías y de las últimas nevadas más tempranas, o dicho de otro modo, de un acortamiento de la estación fría.

Por otra parte, la serie de Annecy parece que guarda correlación con la serie vecina de Chambery en el siglo XIX. Responde también favorablemente a las diversas pruebas de posibles concordancias.

Mas tras mes, año tras año, decenio tras decenio, Mougin ha publicado cifras de Annecy[6] que dan los siguientes resultados:

En primer lugar, un recalentamiento durante todas las estaciones a partir del decenio 1843-1852. Las dos mitades de la serie, 1773-1842 y 1843-1913, se oponen cronológicamente, la primera un poco más fresca y la segunda un poco más tibia.

El cuadro que sigue ofrece un esquema de esta evolución. Los signos "+" indican los decenios cuya temperatura media, en determinada estación o en todo el año, es superior a la media del período 1773-1913; los otros decenios cuya temperatura es únicamente igual o inferior a esta media, no están afectados por algún signo.

La cronología de este recalentamiento (a partir de los años 1840-1850) corresponde a la de otras estaciones europeas, por ejemplo Copenhague, publicada por Lysgaard.

Si descendemos hasta el detalle, veremos que, de 1773 a 1913, todos los meses del año (salvo mayo, agosto y diciembre) se recalientan. Más generalmente, *todas las estaciones* de Annecy se entibian. No tanto en invierno, cuya influencia sobre la ablación glaciar es casi nula. Pero también la primavera, el verano[7] y el

[6] Mougin, 1912 (nieves); Mougin, V, 1925, pp. 103-105 (series detalladas, a partir de las cuales se construyó directamente el cuadro de la página que sigue).

[7] Lo que respondería a las legítimas objeciones de Lliboutry, 1965, p. 834.

Annecy: temperatura por arriba de la media, 1773-1913

	Invierno	*Primavera*	*Verano*	*Otoño*	*Año*
1773-1782....	+				
1783-1792....					
1793-1802....					
1803-1812....					
1813-1822....				+	
1823-1832....		+	+		
1833-1843....					
1843-1852....	+	+	+	+	+
1853-1862....	+	+	+	+	+
1863-1872....	+	+			+
1873-1882....	+	+	+	+	+
1883-1893 [a]...		+	+		
1894-1903....		+	+	+	+
1904-1913....	+			+	+

[a] Falta el año 1892.

otoño. El recalentamiento de estas tres estaciones, en el área de Saboya, basta por sí mismo para dar cuenta de la fusión acelerada de los glaciares alpinos entre 1850 y 1914. En verano, efectivamente, cuando termina la primavera o comienza el otoño, interviene la ablación glaciar en lo esencial. Si estos meses críticos se recalientan, aun ligeramente, aumenta la ablación, el presupuesto del glaciar se vuelve deficitario y retroceden los frentes de hielo. Esto es lo que se produce indudablemente en torno al Monte Blanco.

No hay necesidad de grandes diferencias de temperatura. Si en Annecy se compara, cifra por cifra, las medias de 1773-1842 y 1843-1913, se ve que las diferencias, en beneficio del segundo período,[8] son bastante débiles, del orden de 0.5° a 1°C.

Los glaciares del Monte Blanco, por tanto, serían a la vez "balanzas ultrasensibles" y "espejos crecientes". A temperaturas débiles pero constantemente más elevadas durante la segunda mitad del siglo XIX, responderían los frentes glaciares en retroceso.

Sin embargo, es necesario considerar el factor *inercia* o "histéresis" del retraso glaciar, porque los cambios que se operan *hacia*

[8] *Cf.* las cifras detalladas en el anexo 14.

arriba en las cuencas de acumulación y de ablación de los glaciares no tienen repercusión *inmediata, hacia abajo,* sobre la posición del frente terminal. El efecto de la baja no se hace sentir sino al cabo de varios años (de dos a seis años según ciertos glaciólogos).[9]

En la zona saboyana de Annecy-Chamonix, esta diferencia parece especialmente sensible. En efecto, las temperaturas se elevan ahí de modo duradero y secular a partir del decenio 1842-1852. Ahora bien, los glaciares no inician su gran retirada, que también es duradera y secular, sino a partir del decenio 1852-1863. En otros términos, una inercia decenal separaría a la *causa* meteorológica del *efecto* glaciar.

Claro es que lo anterior se expresa con toda reserva, porque nos escapan muchos datos en los presupuestos glaciares de 1840-1860 (y sobre todo, haciendo a un lado la ablación, el hecho capital de la acumulación nivosa).[10] No podemos más que comprobar esta inercia verosímil; pero tampoco podemos interpretar correctamente sus causas y modalidades.

Sea lo que sea, la serie de Annecy tendría el valor del ejemplo. Parece que los glaciares de los Alpes han *respondido* reaccionando frente a las oscilaciones climáticas locales (Haefeli, por lo demás, ha intentado la misma demostración comparando las series térmicas de Basilea, que son muy antiguas, con el comportamiento de los glaciares suizos).[11]

La fase intersecular de crecida de los glaciares alpinos, la oscilación de *Fernau,* tiene precisamente su apogeo terminal en 1773-1850, cuando empiezan las primeras observaciones termomé-

[9] *Cf.* los datos y las referencias que indica Charlesworth, 1957, I, p. 152.

[10] Lliboutry, 1965, pp. 833-836, piensa también (con Haefeli, Mercanton, etc.), que el papel de las temperaturas, sobre todo en verano, es esencial para explicar las crecidas y decrecidas glaciares de largas duraciones en los siglos transcurridos y, sobre todo, la extensa retirada reciente. En cambio, insiste acerca del papel de las precipitaciones y de la acumulación nivosa durante los paroxismos breves de los glaciares alpinos, por ejemplo en 1818-1820, 1860, etc. (*ibid.,* p. 833, comentario del cuadro estadístico).

[11] Las cifras y gráficas propuestas por Haefeli, 1955, pp. 695 y 696, muestran que existe una correlación exacta entre:

a) el aumento progresivo de las temperaturas anuales, después de 1850, y sobre todo 1890, en Basilea, Zurich, San Bernardo y Jungfraujoch (estas dos últimas estaciones en plena montaña alpina) y, por otro lado,

b) el retroceso hacia arriba (*Hebung*) de lenguas glaciares, paralelo al ascenso en altitud del isotermo 0°C, bajo la influencia de ese recalentamiento secular.

tricas. Ahora bien, éstas, en Bale y en Annecy, darían medias inferiores de cerca de 1°C respecto de las medias de la época siguiente.

En forma inversa, la elevación de las temperaturas a partir de 1843-1852 parece exaltar la ablación y reducir los glaciares [12] por múltiples medios (advecciones más frecuentes de aire tibio, insolación más larga, *albedo* reducido).

Cualesquiera que sean las modalidades intermedias, seguiría siendo válida para fines del siglo XVIII y para el siglo XIX, la correlación entre temperatura y glaciares, planteada ya sólidamente en el siglo XX. Durante el período 1770-1840 esta correlación tomaría la forma concreta siguiente: a temperaturas ligeramente más bajas, glaciares claramente más desarrollados.

A partir de estos frágiles elementos, ¿es correcto extrapolar más, inductivamente, hasta el período anterior?; ¿hasta la primera mitad del siglo XVIII o hasta el siglo XVII? Es verdad que hacen falta en todas partes de la zona alpina las observaciones termométricas en relación con esas épocas lejanas; pero los glaciares del siglo XVII, sin duda alguna, tienen ya su formato ensanchado entre 1770 y 1850 y son mucho más voluminosos que hoy. Parece, pues, que en la época clásica también, el "carácter meteorológico" de las estaciones alpinas o "complejo de intemperies" [13] (*Witterungscharakter*), fue, *grosso modo*, vagamente semejante a lo que sería hacia 1770-1840 y que difiere, en matices, del "carácter meteorológico" o "complejo global de intemperies" de nuestro siglo XX alpino y, más ampliamente, europeo. Entre esos matices diferenciales sería conveniente incluir una separación térmica media de varios décimos de grados centígrados (o más), en el activo de nuestra época, al pasivo del siglo XVII. Ésa es por lo menos la extrapolación admisible, la hipótesis de trabajo inductivo, que permite el postulado de uniformidad; por otra parte, ¿no se derivan generalmente de causas análogas, efectos semejantes en igualdad de circunstancias?

Hago notar incidentalmente que no hay necesidad alguna de recurrir a fenómenos inauditos e inéditos, para dilucidar el clima de Europa y los glaciares alpinos de la época moderna. De hecho basta con hacer funcionar los modelos y los *trends* que ofrecen abundantemente los levantamientos meteorológicos más prolongados hacia el pasado. El clima de los siglos XVII y XVIII no era

[12] Hoinkes, 1955, 1962, 1963; Lliboutry, 1965, p. 835; Haefeli, 1955-1956.
[13] Hoinkes, *ibid.*

muy diferente del nuestro, pero debió parecerse, como un hermano, al clima que reinaba aún en el período inicial de las observaciones precisas (1770-1850); era ligeramente más fresco que en nuestro tiempo. Eso es, por lo menos, lo que puede suponerse en el estado actual de los conocimientos.

Contamos en adelante con datos verosímiles, aunque muy provisionales, acerca de las condiciones climáticas que se han perpetuado mucho tiempo y que han mantenido, como a fuego lento, la fase intersecular (*Fernau*) de crecida de los glaciares alpinos. Conocemos también, después de 1850-1900, las condiciones un poco distintas, un tanto recalentadas, que han puesto fin a esta fase. Y con esto queda concluido un primer objetivo de nuestra investigación.

Sin embargo, no queda concluida la investigación regresiva. La oscilación de *Fernau,* como hemos visto, se vuelve claramente perceptible a fines del siglo XVI. ¿Por qué se ha iniciado?, ¿en qué condiciones climáticas encontró su causa y su lugar de origen?

Desde hace mucho tiempo se propuso una primera explicación, que se volvió clásica entre los historiadores del clima. Se aplica a poner en claro una ligera agravación en el rigor del invierno. Esta agravación del siglo XVI sería lo contrario del mejoramiento contemporáneo en el siglo XX.

El origen de esta idea se encuentra en el trabajo monumental de Easton (1928), investigador holandés bueno y acucioso. Easton compila, reúne, acerca, critica y publica, año tras año, los textos de acontecimientos (con referencias) sobre el carácter de los inviernos desde la Edad Media hasta el comienzo de las observaciones rigurosas. El gran número de estos textos calificadores, su diversidad y su concordancia, la comparación con los levantamientos cuantitativos actuales, permiten a Easton indicar un coeficiente a cada invierno sucesivo, clasificado en un sistema de diez categorías: invierno muy suave, suave, tibio, normal más bien tibio, normal más bien frío, frío, riguroso, muy riguroso, gran invierno excesivo y riguroso.

Easton trabaja sin ideas preconcebidas ni previas suposiciones iniciales; ignora todo lo relativo al comportamiento de los glaciares; no saca conclusiones particulares de sus agotadoras investigaciones. Se limita a publicar, al final de su libro, una larga secuencia anual de índices de rigor invernal.[14]

[14] Easton, 1928.

Sobre este material en bruto puede hacerse una reflexión histórica. Scherhag desde 1939 y A. Wagner en 1940, reanudan la serie de Easton y ponen sus índices en diagramas; luego concluyen, en vista de estas gráficas, que hay enfriamiento secular de los inviernos a partir de 1550.[15]

Diez años después (1949), D. J. Schove comprueba los índices europeos de Easton a partir de series locales o regionales básicas. Se ayuda principalmente con las crónicas o compilaciones meteorológicas de Corradi, Riggenbach y Vanderlinden, e integra ocho secuencias (1491-1610), de las que interesan a Basilea, Italia y Bélgica las tres principales. También encuentra, después de 1540, un aumento del número de inviernos rudos, y una disminución general en el número de inviernos benignos.[16] Este segundo fenómeno, "de menor suavidad", también está anotado en la curva de Easton después de 1544; [17] es capital, pues confirma que el enfriamiento de que se trata es real. La acumulación de los rigores invernales no está simplemente determinada por la densidad creciente de la información que se conserva a través del siglo XVI. Flohn, en 1950, trabajando independientemente de Schove, llega también a la misma periodización.[18]

Yo personalmente he constituido diversas series sintomáticas del comportamiento de los inviernos del sur de Francia en el siglo XVI. Estas series se refieren a los fenómenos de rigor (o de benignidad) invernal: la helada seca los olivares y por último, la helada del bajo Ródano lleva patinadores y carretas.

Aparecen así tres clases de episodios rodanianos, que se multiplican de manera significativa a partir del decenio 1540-1550.[19]

Por último, la misma cronología, con ruptura de inclinación en el segundo tercio del siglo XVI, sirve para la secuencia que integró Gordon Manley,[20] partiendo de sus investigaciones sobre los inviernos británicos. Por todas partes, desde Italia hasta Suiza y desde Inglaterra hasta el Languedoc, se multiplican los rigores invernales a partir de 1540-1550, mientras se prepara, en el flanco de los valles alpinos a fines del siglo XVI, la embestida de los aparatos glaciares.

[15] Wagner, 1940.

[16] Schove, 1949.

[17] *Cf. infra, los diagramas de Aspen* (anexo 15), 1965, XVI, 1 (curva obtenida de Easton).

[18] Flohn, 1950.

[19] *Cf.* anexo 11 y L. R. L., 1966, capítulo I.

[20] *Cf.* esta curva, *infra,* en los *diagramas de Aspen* (anexo 15) XVI, 3.

Un último y muy reciente sondeo, de alta calidad, viene a confirmar estas periodizaciones convergentes. Este sondeo interesa a la región de Amberes y lo publicó el historiador Van der Wee al término de largas investigaciones en los archivos.[21] Aquí mismo incluyo, como anexo, un cuadro resumido por él, con números absolutos y porcentajes, decenio por decenio, de 1500 a 1599. La principal conclusión que se obtiene de este cuadro es que la fecha crítica parece que se sitúa en torno a 1550 localmente. Después de esta fecha y en comparación con el período 1500-1549, aumentan en Amberes de manera significativa el número de los inviernos severos, los hielos y las heladas rigurosas. También aumenta mucho, a partir de 1560, la frecuencia decenal de las grandes caídas de nieve (esta tendencia nivosa, tan favorable para los glaciares, se confirma, por lo demás, entre 1550 y 1580, en el periódico meteorológico de Wolfgang Haller, burgués de Zurich).[22] En forma correlativa disminuye en Amberes, de manera clara, después de terminar el medio siglo, el número de inviernos suaves y muy suaves.

La serie de Van der Wee, fina, original y detallada, confirmaría sin equívocos los resultados que se adquieren por otros conductos.

¿Tuvieron conciencia los contemporáneos de 1500 y 1600, de esta fluctuación secular, de esta agravación invernal[23] que se afirma en la segunda mitad del siglo XVI?

Como tal y directamente, no. El *trend,* es decir, el movimiento de larga duración del clima es muy lento, mínimo en extremo, demasiado oculto por las oscilaciones más breves y de gran amplitud, muy poco perceptibles en cincuenta años de vida consciente, para que los testigos directos sean capaces de elaborar su síntesis por sí mismos. Sólo el historiador es quien puede aclararlo del todo, con la comprobación y el conjunto de testimonios.

Sin embargo, a finales del siglo XVI parece que se tuvo conocimiento, en *forma indirecta,* de ciertos efectos del enfriamiento

[21] Van Der Wee, 1963, vol. I, p. 550 y ver, *infra,* el anexo 11.

[22] *Cf. infra, los diagramas de Aspen,* XVI, 10, y Haller, edición de 1875.

[23] A título de *ilustración* (pero de ningún modo como prueba) de la oleada de inviernos fríos de los años 1550-1700 descubierta por las investigaciones de Easton, citemos, tomándolas de Breughel a Avercamp, las numerosas escenas de guerra dedicadas al patinaje sobre los lagos helados de Flandes y Holanda durante este período. Un ejemplo entre veinte más: B. Avercamp (1612-1679), *Games on the ice,* High Art Museum of Atlanta.

invernal. Lucien Febvre menciona el caso [24] del pequeño molino de Verrières-de-Joux (Jura) que se construyó probablemente durante la fiebre de los molinos que afectó hacia 1500-1530 a los lugareños dinámicos del Franco Condado. Ahora bien, en junio de 1587, sus poseedores trataron de deshacerse de él porque la instalación no llegaba a funcionar regularmente "tanto por causa del pequeño saetín que proporcionaba poca agua a dicho molino, *como por las grandes heladas*". Dejan así de utilizar el molino cada tres años, y lo entregan a un arrendatario durante veintinueve años. Lo que es tanto como decir que se deshacen de él.

No hay duda de que los inviernos rudos más numerosos, comprobados después de 1550, se encuentran entre las causas de estas *"grandes heladas"* que desanimaron a los propietarios del molino de Verrières-de-Joux.

Así pues, hubo inviernos menos suaves, heladas más frecuentes y nieves más abundantes en la segunda mitad del siglo XVI. Eso es lo que denuncia una fluctuación térmica inversa (pero simétrica) a la que se producirá después de 1850-1880: cuando se vuelven más benignos los inviernos y menos frecuentes y severas las heladas que durante la primera mitad del siglo XIX.

Esta fluctuación fría después de 1550 está probablemente comprobada por los documentos de inviernos y por sus series. Más aún, es verosímil, como sabemos de conformidad con las turberas, que el clima europeo, a partir de su enfriamiento inicial en la edad subatlántica, se ha conformado con oscilar secularmente o en forma intersecular alrededor de medias milenarias o intermilenarias relativamente estables. No es pues ilógico plantear que la oscilación invernal hacia la suavidad, después de 1850, ha estado precedida de oscilaciones inversas que van al contrario hacia el rigor después de 1550.

La diferencia térmica que definen estos tipos opuestos de oscilaciones, después de 1550 por una parte y de 1850 por la otra, no debe ser muy distinta en ambos casos, y no podría rebasar con mucho 1°C. La principal diferencia consiste en que la separación hacia la suavidad está afectada por un signo "+" y hacia el rigor por un signo "—".

Este rigor invernal, probable y verosímil, de la segunda mitad del siglo XVI, está lejos de ser suficiente para explicar la amplia

[24] Febvre, 1912, p. 194.

historia de los glaciares de ese tiempo, así como su violenta y duradera ofensiva. Después de todo, el invierno representa solamente la cuarta parte del año. Los repartos nivosos que implica interesan sin duda a la acumulación y, por eso mismo, a los presupuestos glaciares. Pero, en cambio, sus fluctuaciones térmicas siguen siendo indiferentes a los glaciares. El invierno de la montaña elevada, aun cuando es relativamente suave, de todos modos sigue siendo demasiado frío; mientras dura se suspende la ablación, salvo en algunos días especialmente tibios.

El enfriamiento invernal de la segunda mitad del siglo XVI no fue suficiente, *por sí solo,* para hacer que avanzaran los glaciares como de hecho avanzaron hasta sus máximos históricos.

Ese avance no puede explicarse más que por una falta de ablación, entre otros factores primordiales. Y esa falta de ablación no interviene sino cuando la estación privilegiada por ella tiende a enfriarse también; se trata de la estación de ablación, es decir, del período no invernal y, esencialmente, el fin de la primavera, el verano y comienzos del otoño.

En suma, si consideramos la amplia crecida de los glaciares, que es síntoma capital, es posible admitir que también se ha enfriado el período no invernal en el transcurso y aun más allá del siglo XVI. Por lo demás, Flohn admite como hipótesis razonable un enfriamiento no invernal en esta época.[25]

La idea, por tanto, es válida desde el punto de vista de la historia glaciar y también desde el punto de vista de una pura historia climática; en el siglo XX, por ejemplo, el calentamiento invernal, como hecho dominante, va acompañado también, en la larga duración, de un calentamiento más o menos marcado, más o menos sincronizado, de los otros meses y de las demás estaciones del año.[26] En forma paralela ¿no puede admitirse que el fenómeno inverso (el enfriamiento invernal del siglo XVI) estuvo acompañado también de cierto enfriamiento de las otras estaciones, es decir en primavera, verano y otoño?

Por fortuna, tenemos para la bella temporada, y sobre todo para el período de marzo a septiembre, algo mejor que los datos de acontecimientos con los que debemos conformarnos para conocer los inviernos. Los elementos fenológicos (fechas de vendimias) integran una fuente anual, continua, cuantitativa, homogénea, e indican la tendencia térmica de la bella temporada (primavera y verano), en un año determinado. Asoleo y ca-

25 Flohn, 1950, p. 356.

26 *Cf.*, por ejemplo, a Lysgaard, p. 153 y *passim.*

lor primaveral-veraniego significan, en efecto, vendimia precoz (y glaciar en fusión). Por el contrario, primavera desapacible y fría, y verano fresco y desagradable, significan vendimia tardía (y hielo preservado de una ablación demasiado fuerte).

Por otra parte, sabemos que las principales series de vendimias en la Edad Moderna, provienen de viñas cercanas a Suiza y a Saboya, patrias de los glaciares alpinos; el acercamiento entre glaciares y vendimias es tanto más legítimo.

Este acercamiento puede hacerse en todo el período moderno (siglos XVI-XVIII), en dos planos de duración: "corta" y media duración por una parte, y "larga" duración por la otra.

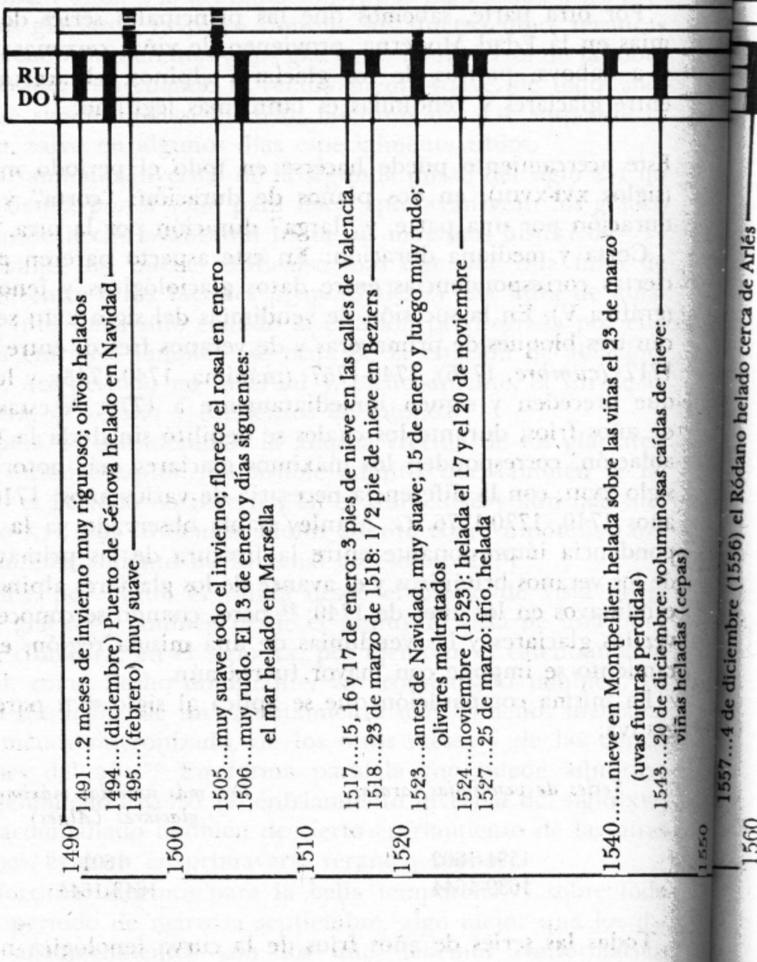
Corta y mediana duración: En este aspecto parecen posibles ciertas correspondencias entre datos glaciológicos y fenológicos (gráfica V). En la sucesión de vendimias del siglo XVIII se destacan tres bloques de primaveras y de veranos frescos entre 1711 y 1717 (*cumbre,* 1716), 1740-1757 (máxima, 1740-1743), y los años que preceden y siguen inmediatamente a 1770. A estas series de años fríos, durante los cuales se debilitó sin duda la tasa de ablación, corresponden los máximos glaciares más notorios del siglo XVIII, con la diferencia necesaria de varios años: 1716-1719, años 1740, 1770-1776. G. Manley había observado ya la correspondencia impresionante entre la frescura de las primaveras y de los veranos británicos y el avance de los glaciares alpinos y escandinavos en los años de 1740; [27] pero, cuando se conocen a la vez los glaciares y las vendimias de una misma región, el acercamiento se impone con mayor fuerza aún.

La misma comparación que se aplica al siglo XVII parece sugestiva:

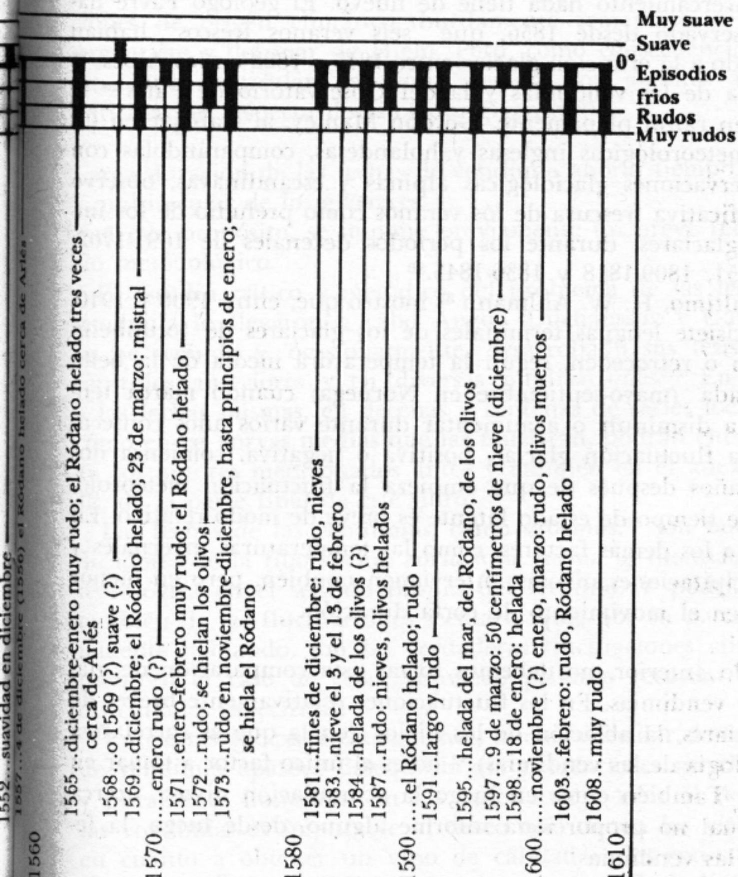
Series de vendimias tardías	*Los más notorios máximos glaciares (Alpes)*
1591-1602	1601
1639-1644	1643-1644

Todas las series de años fríos de la curva fenológica no dan lugar a máximos glaciares. Es cosa normal puesto que, por una parte, las temperaturas de la primavera y del verano no son factor único de los avances glaciares y por otra parte, muchos avances glaciares no han sido registrados por los archivos o por los historiadores. En cambio es cierto que los avances glaciares

[27] Manley, 1952, pp. 125-127.



GRÁFICA XVI. *Los inviernos en el sur de Francia durante el siglo ecord*
bre de 1493 y febre



...cordemos que el invierno de 1494, por ejemplo, comprende diciem-
... febrero de 1494.

conocidos acompañan con frecuencia o siguen de cerca a un grupo de años que se caracterizan por el déficit térmico del principal período de ablación.

Ese acercamiento nada tiene de nuevo. El geólogo Favre había observado desde 1856, que "seis veranos frescos" habían precedido a la erupción glaciar entre 1817 y 1822 en los Alpes; [28] la curva de las vendimias y la del Observatorio de París [29] le conceden razón plenamente. Gordon Manley, al trabajar en las series meteorológicas inglesas y holandesas, comparándolas con las observaciones glaciológicas alpinas y escandinavas, observó la significativa frescura de los veranos como preludio de los impulsos glaciares, durante los períodos decenales de 1691-1702, 1740-1751, 1809-1818 y 1836-1845.[30]

Por último, H. W. Ahlmann [31] mostró que, entre 1900 y 1940, las diecisiete lenguas terminales de los glaciares de Jotunheim avanzan o retroceden, según la temperatura media de la bella temporada (mayo-septiembre en Noruega) cuando marca tendencia a disminuir o a aumentar durante varios años consecutivos; la fluctuación glaciar, positiva o negativa, comienza dos o tres años después de que empieza la fluctuación meteorológica; ese tiempo de estado latente es breve de modo relativo. En cuanto a los demás factores, como las temperaturas invernales y las precipitaciones nivosas, intervienen también, pero en menor grado, en el movimiento de corta duración.

Dicho lo anterior, no debemos forzar esta comparación de glaciares y vendimias. En las fluctuaciones relativamente breves de los glaciares, la ablación de los hielos (en la que es correlativa la fenología de las vendimias) [32] no es el único factor a tomar en cuenta. También entra en juego la acumulación nivosa, acerca de la cual no proporciona informe alguno, desde luego, la fecha de las vendimias.

Por último, Lliboutry recuerda juiciosamente el carácter local que presentan con frecuencia los movimientos decenales e intraseculares de las lenguas terminales: *El tiempo que separa dos fluctuaciones, puede variar entre 25 y 50 años, y podemos preguntarnos si no está condicionado el tiempo de reacción de*

[28] De acuerdo con Mougin, 1912, p. 165.

[29] Garnier, 1955, y gráfica III.

[30] Manley, 1952.

[31] Ahlmann, 1940, pp. 120-123; *cf.* también a Lliboutry, 1965, II, p. 834.

[32] *Supra,* pp. 316 y 317.

los glaciares, es decir, por sus dimensiones y su caudal,[33] tanto y más que por los factores meteorológicos.

Este carácter local es flagrante por ejemplo en el glaciar de los Bossons, muy sensible al clima. Este glaciar presenta fluctuaciones de origen climático, burdamente semejantes a las de Argentière y del mar de Hielo. Pero, como consecuencia de su estructura particular, reacciona siempre con algunos años de anticipación respecto de estos dos gigantes.[34]

Larga duración de las fechas de vendimia ahora; tiempo secular y multisecular de los glaciares.

A este propósito, se impone previamente un breve recordatorio metodológico.

El estudio crítico y metódico del problema de las fechas de vendimia lo llevaron a cabo Angot, Duchaussoy y Garnier; [35] yo he seguido y, ocasionalmente, desarrollado sus tesis en los capítulos anteriores y en diversas publicaciones.[36] En cuanto a las fechas mismas, en decenas y centenas de series locales, así como en las curvas medias que las muestran, podrán encontrarse en los autores mencionados antes y también en el anexo núm. 12, de la parte final de este libro.

Las fechas de las vendimias, como sabemos,[37] son buenos indicadores de la fluctuación *corta,* que forma la fluctuación meteorológica en el sentido propio del término. Y podrían serlo también de las fluctuaciones seculares que, por su parte, estrictamente hablando, son las verdaderas fluctuaciones climáticas; pero, en el caso de éstas, conviene primero recordar algunas dificultades específicas.

En ciertas épocas, efectivamente, la curva secular de las fechas de vendimia aparece desequilibrada por factores no climáticos y puramente humanos. En los siglos XVII y XVIII el retraso de las vendimias es imputable al deseo que tienen los viticultores en cuanto a obtener un vino de calidad y determinar mayor elevación de "grados"; [38] en el siglo XIX, como lo indicó Robert Laurent, se adelantan las cosechas; los viticultores apremiados, deseosos de satisfacer un mercado popular que aumenta sin cesar y que no considera la calidad del vino, practican vendimias

[33] Lliboutry, 1965, II, p. 727.
[34] Gráfica VIII (según Lliboutry, 1965).
[35] Angot, 1883; Duchaussoy, 1934; Garnier, 1955.
[36] Principalmente L. R. L., 1959, 1960, 1965 y 1966, capítulo primero.
[37] De acuerdo con los diversos trabajos mencionados antes.
[38] L. R. L., 1959 y 1966, capítulo primero.

cada vez más precoces.[39] En ambos casos, la precocidad o el retraso secular no tienen mucho qué ver con la fluctuación del clima durante esos tres siglos.

No obstante, si la viticultura y las técnicas vitícolas son estables, si las exigencias de los consumidores y del mercado se modifican poco en un largo período, es posible disponer, durante un siglo o aún más, de curvas fenológicas estabilizadas, *"asentadas"*. Ése es el caso del siglo XVI.

Efectivamente, sigamos la curva que publiqué[40] en otra obra, la que corresponde a las fechas de vendimia en Francia o en las regiones más cercanas, de 1490 a 1610. Esta curva sintetiza una docena de series locales cuyo centro de gravedad geográfica se encuentra situado —no lejos de los glaciares— en alguna parte del área de los Alpes de la Suiza francófona. Este diagrama de las vendimias en el siglo XVI, sin tener la alta precisión de las curvas fenológicas de los siglos XVII y XVIII, valederas por ciento cincuenta series, presenta no obstante buenas garantías de fidelidad climática. Las pruebas de concordancia son positivas: concordancia interna entre viñas cercanas o alejadas unas de otras; concordancia externa, inesperada y reconfortante, con las curvas dendrocronológicas. El curioso período de 1530-1540, en el que el verano caluroso sigue al verano fresco, durante diez años, alternándose bienalmente de manera rigurosa, se encuentra exactamente con un zigzag de dientes de sierra característico o *Sägesignatur,* a la vez, en mis curvas fenológicas de las vendimias y en los diagramas dendrocronológicos del roble, obtenidas de los árboles vivos y de las vigas viejas de Odenwald.[41]

Esta curva del siglo XVI está así doblemente comprobada. Por otra parte, su aspecto secular es distinto del que presenta el diagrama fenológico de los siglos XVII y XVIII (sobre todo después de 1650).[42] Este diagrama se eleva irresistiblemente, en todas sus partes, ya se trate de años máximos o mínimos, ultratardíos o ultraprecoces. En la época de Luis XV, unos y otros se desplazan 10 días hacia lo alto de la curva, en comparación con la

[39] Laurent, 1957-1958.

[40] L. R. L., 1966, vol. II, gráfica núm. 1.

[41] Huber y Siebenlist, 1963; *cf.* también, aquí mismo, la gráfica XVII. (Agradezco a D. J. Schove que me haya señalado esta notable aproximación.)

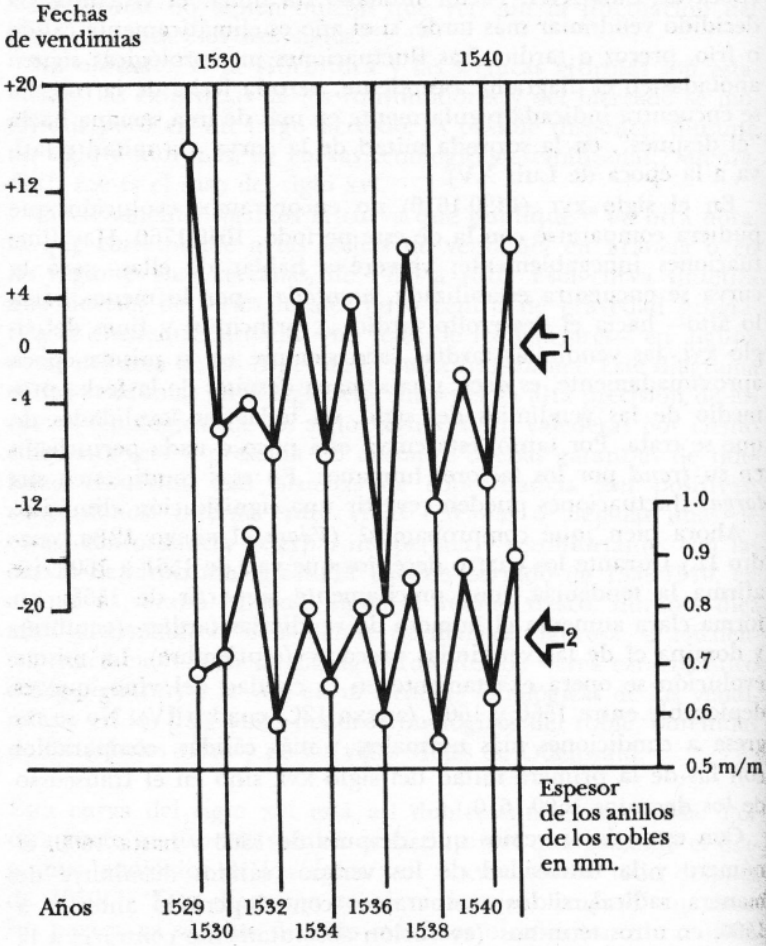
[42] Acerca del problema general de la alternancia bienal de los veranos cálidos y fríos véanse las obras de Davis, N. E., 1967 (con bibliografía); de Miles, 1967; de Huber, Siebenlist y Niess, 1964, p. 31; de Schove, 1969, y de Murray y Moffitt 1969.

época de Luis XIII. Factor humano sin duda: el viticultor ha decidido vendimiar más tarde, si el año es climáticamente cálido o frío, precoz o tardío. Las fluctuaciones meteorológicas siguen anotadas en el diagrama ascendente, pero la fecha de la cosecha se encuentra indicada regularmente en más de una semana hacia "el después", en la segunda mitad de la curva (la mitad relativa a la época de Luis XV).

En el siglo XVI (1490-1610) no encontramos evolución que pudiera compararse con la de este período, 1640-1760. Hay fluctuaciones innegablemente; volveré a hablar de ellas, pero la curva se encuentra estabilizada, *asentada* —por lo menos hacia lo alto— hacia el desarrollo tardío. A principios y fines del siglo XVI, las vendimias tardías caen siempre en la misma época aproximadamente, es decir una semana después de la fecha promedio de las vendimias del siglo, en todas las localidades de que se trata. Por tanto, esta curva está poco o nada perturbada en su *trend* por los factores humanos. En esas condiciones, sus *largas* fluctuaciones pueden revestir una significación climática. Ahora bien ¿qué comprobamos? (*Véase* el anexo 12Ba, cuadro II.) Durante los cuatro decenios que van de 1561 a 1600 (se afirma la tendencia, muy precisamente, a partir de 1563), en forma clara aumenta el número de vendimias tardías (octubre), y domina el de las vendimias precoces (septiembre). La misma evolución se opera exactamente en la calidad del vino, que es deplorable entre 1560 y 1600 (anexo 12C, cuadro IV). No se regresa a condiciones más normales, y más cálidas, comparables con las de la primera mitad del siglo XVI, sino en el transcurso de los decenios 1600-1610.

Con estos datos vemos que, después de 1560 y hasta 1600, el número y la intensidad de los veranos cálidos disminuye de manera radical, si los comparamos con el período anterior a 1560; en otros términos (evolución absolutamente contraria a la de 1880-1950), de 1560 a 1600 no hay ya gran serie ni decenio de veranos cálidos. Los glaciares tienen entonces toda la oportunidad de acrecentarse, pues no los erosiona ya una fusión demasiado intensa.

Los testimonios que proporcionan los inviernos, las fechas de vendimia y los glaciares, se esclarecen entre sí y permiten desprender esta hipótesis de trabajo: progresivamente en el siglo XVI, a partir de 1540-1560 y hasta 1600, interviene un fenómeno antitético al que se producirá entre 1850 y 1950. Hay menos inviernos suaves, series menos provistas y menos intensas de veranos



GRÁFICA XVII. La *Sägesignatur*

La *Sägesignatur,* o gráfica en dientes de sierra, para el decenio de 1530, concierne a la curva dendrocronológica del roble en Odelwad (curva II) y a la curva fenológica de las fechas de vendimias franco-suizas (curva I). Ambas curvas manifiestan una admirable concordancia (*supra,* p. 322). Los años en abscisas; en ordenadas, a la izquierda: las fechas de vendimia (separaciones de la media, en días; las cifras utilizadas son las del anexo 12, párrafo B, columna D del cuadro). En ordenadas, a la derecha: espesor de los anillos de los robles, en milímetros. (La curva II se tomó de Huber y Siebenlist, 1963, fig. 2 y pp. 258-259).

ardientes. La disminución de las temperaturas medias anuales determinada[43] no debió rebasar 1°C, aunque solamente lo alcance. Esta separación basta sin embargo, para desequilibrar, en beneficio de la acumulación y en detrimento de la ablación, el balance presupuestal de los glaciares alpinos. Como consecuencia, los ingresos triunfan sobre los gastos y se establece un régimen regular de excedentes glaciares; éstos alcanzan su máximo a fines del siglo XVI y, a pesar de las fluctuaciones menores, no retrocederán profundamente sino después de 1850.

El ligero enfriamiento que resulta así, en el nivel de las bajas altitudes (las nuestras) no tiene, posiblemente, consecuencias biológicas o agrícolas significativas. Pero en la alta montaña, por provocar el aumento de las nevadas y de los glaciares (que son factores de refrigeración local), ¿el deterioro climático crea una especie de "círculo vicioso" y empeora en particular el microclima montañés? Se tendría en él, según parece, un índice impresionante en los Alpes de Berchtesgaden, donde viven, en el límite superior del bosque, los alerces centenarios entre los cuales los más viejos tienen seiscientos años.

Según escribe K. Brehme, quien ha trazado las curvas de sus *tree-rings*: "el crecimiento de estos árboles era dos veces mayor *antes* de 1600 de lo que sería después de 1700, lo que indica una desmejoría climática, conocida por otras fuentes y sobre todo por la investigación glaciar".[44]

[43] *Cf.* también a Lliboutry, 1965, p. 847.
[44] Brehme, 1951.

VI. LA CRONOLOGÍA DEL CLIMA MEDIEVAL Y LOS PROBLEMAS DEL "PEQUEÑO ÓPTIMO"

LA FASE intersecular de crecida de los glaciares alpinos, llamada aún "pequeña edad glaciar", ha quedado definida en su especificidad, en su individualidad glaciar, en sus plausibles determinaciones climáticas. Esta fase ha permitido diagnosticar, en la medida de lo posible y no sin incertidumbre, una fluctuación climática probablemente fría, una especie de hipotético, impalpable y ligero enfriamiento, inferior o igual a 1°C, reinando con una intensidad sin duda variable sobre vastas regiones de Europa occidental entre 1590 y 1850. Este fenómeno se habría establecido sobre todo después de 1540 y habría terminado progresivamente a fines del siglo XIX y en el siglo XX.

Este "refrescamiento", en su amplitud multisecular, no representa otra cosa sino la menos mala de las hipótesis de trabajo. Los estudios que se hacen dirán si debe aceptarse esta hipótesis o substituirla por otra.

Sea lo que sea, la fluctuación glaciar de 1600-1850 no es la única, ni siquiera (independientemente de lo que piensen Kinzl y Matthes), la más fuerte que se haya registrado en la época histórica. La abundancia de los documentos, así como la buena conservación de las morrenas más recientes, que son testigos de esta fluctuación, sirven a ésta para ser descrita y juzgada con mayor precisión. No significa, de hecho, màs que la repetición de episodios análogos, que se han desenvuelto en diversas ocasiones en el transcurso del período histórico; con más exactitud desde el fin del período cálido, óptimo o *Warmezeit* y desde que se desencadenó el enfriamiento subatlántico.

Después de Leo Aario,[1] Franz Mayr,[2] en su notable estudio de 1964, cuenta en total, desde el comienzo del subatlántico, cinco episodios seculares o multiseculares de igual tipo que el del estadio reciente de Fernau (Tirol) que dio su nombre, gracias a Kinzl,[3] al empuje de 1600-1850; las morrenas máximas de este glaciar, por afortunada coincidencia, terminan en la turbera o pantano de Bunte Moor (el frente glaciar en retirada se encuentra actualmente a 800 m de esta turbera). Las capas de

[1] Aario, 1944 (1945).
[2] Mayr, 1964.
[3] Kinzl, 1932.

turba corresponden en la estratigrafía de Bunte Moor, a mínimos glaciares (comparables con la actual) donde la turbera, abandonada por la lengua glaciar en retroceso, puede funcionar y producir turba sin dificultades. Y estas rayas de turba alternan con las capas de arenas morraínicas e indican por su parte gran avance glaciar en el que el gran glaciar queda unido con el pantano. Las capas polínicas, bien localizadas desde los trabajos de Firbas y de Aario,[4] proporcionan los fechados, así como también diversos métodos geomorfológicos, el C 14 y la velocidad de aumento (de la turba), medida con precisión. El diagrama final de Mayr se conforma con hacer, en la vertical de una escala de tiempo, un esquema del apilamiento alternativo de los estratos de turba y de arenas glaciares: la estratigrafía es semipolínica, semimorraínica.

El agrupamiento de los cinco episodios glaciares que se revelan así, no podría dejar indiferente al historiador de la muy larga duración. Es claro que no se trata de deducir, partiendo de un único glaciar (Fernau), una cronología válida necesariamente para el conjunto de los Alpes; sería absurdo. En lo que se refiere a la porción cronológica que se estudia en este libro (clima "desde el año mil"), la turbera de Fernau se limita a ofrecer varios ejemplos pertinentes, que convergen con muchos otros. Y esto, ya se trate de la "pequeña edad glaciar" o del "pequeño óptimo" de la Edad Media.

Sea lo que sea, dos grandes períodos se oponen claramente en el diagrama de Mayr;[5] por una parte, el primer milenio a.c. está casi enteramente ocupado por dos largos empujes glaciares, separados apenas por el intervalo de un siglo de retirada. Por lo contrario, en el curso de los dos últimos milenios (de nuestra era), la turbera de Bunte Moor ha sido alcanzada mucho menos largo tiempo por los hielos terminales del glaciar de Fernau; los intervalos cálidos o suaves, de retirada, dominan claramente, en duración, sobre los intervalos frescos, de adelanto.

Veamos ahora, a través de los siglos, los cinco mayores episodios de los últimos 3 500 años:

a) El "máximo de glaciares alpinos entre 1400 y 1300 a.c.", en los que la lengua terminal (a 750 m adelante del máximo de 1850) "alcanzó su mayor extensión del postglaciar".

b) La "máxima de los glaciares entre 900 y 300 a.c."; se trata de dos empujes glaciares sucesivos, cada uno de los cuales se prolonga durante dos o tres siglos; están muy cercanos entre

[4] Aario, 1945; Firbas, 1949; Mayr, 1964, láminas 4 y 6.

[5] *Cf.* en la gráfica XVIII la reproducción de este diagrama.

sí y se hallan separados por un intervalo de retirada que no dura más de siglo y medio. Ambos empujes marcan con su huella la mayor parte del primer milenio anterior a nuestra era, y pueden encontrarse, fuera de Bunte Moor, en muchos otros glaciares de los Alpes austriacos: Heuberger y Beschel, que utilizan como indicador cronológico a la medida del crecimiento de las placas de liquen adheridas a las morrenas, fijan también en 600 a.c. la fecha de un importante avance de los glaciares alpinos.[6] El largo episodio frío, que se desencadenó hacia 900 a.c., está destinado a durar, con altos y bajos, aproximadamente seis siglos e inicia las frescuras de la época subatlántica: con ese carácter ofrece muchas analogías[7] con lo que más tarde será la *little ice age* de 1550 a 1850 d.c.

c) Cuando termina una retirada intermedia, que corresponde a la época romana, sobreviene un nuevo máximo de los glaciares entre 400 y 700 d.c.

d) El breve empuje medieval comprende desde los alrededores de 1200 (posiblemente 1150) a 1300 (posiblemente 1350).

e) Por último tenemos el máximo de 1550 a 1850, que ha considerado ampliamente este libro.

Maravilla de una turbera. En los capítulos anteriores habría sido necesario mencionar cientos de textos y de documentos iconográficos, para restituir pacientemente las grandes líneas de este máximo moderno (1590-1850). Ahora bien, gracias a la estratigrafía de Bunte Moor se puede localizar este mismo máximo, que bruscamente aparece en una capa arenosa y morrenaica. Esta misma capa se halla apretada entre dos trazos de turba que representan, la inferior, la desglaciación medieval y la superior, la desglaciación contemporánea que aún no termina.

Es difícil imaginar una "vista en perspectiva" más radical y una forma concreta más indudable de la larga duración. Pensemos en los cosmonautas que perciben con una sola mirada, desde su nave espacial, los contornos complicados de un continente que, antes de ellos, los cartógrafos habían necesitado siglos para diseñarlos correctamente. La fase intersecular de crecida de los glaciares alpinos (1590-1850), penosamente reconstruida gracias a los documentos, aparece de repente, en la escala de los milenios, simplemente como caso particular de un fenómeno

[6] Heusser, 1954 y Beschel, 1961, según Manley, 1966, pp. 37 y 39. *Cf.* también la cronología muy comparable de Mercer, 1965 (*infra*, página 348.

[7] Lamb, 1966, p. 156.

recurrente, como un periplo multisecular que llega después de otros cuatro o cinco del mismo estilo que lo han precedido.

Esa misma idea corresponde a la fase, hasta aquí secular, de la decrecida de los glaciares alpinos, que está en actividad desde 1860 y aún no se sabe si terminará en unos decenios o seguirá durante uno o varios siglos. Por lo que a ella toca, disponemos ya de una certeza: la de que esta decrecida no es más que un caso particular también, un ejemplo después de otros cinco fenómenos semejantes, cada uno de los cuales está materializado, como ella y antes de ella, en la turbera de Bunte Moor en un simple estrato de turba.

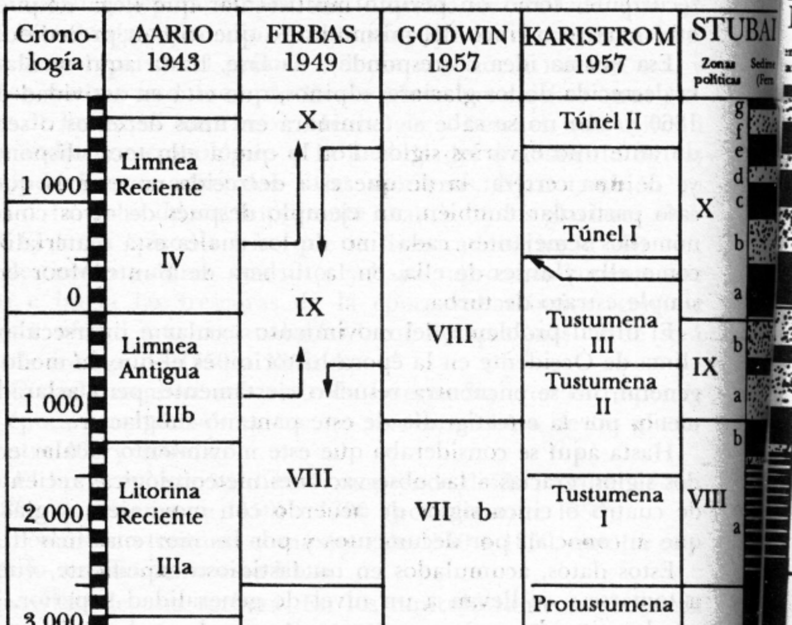
El difícil problema del movimiento secular e intersecular del clima de Occidente en la época histórica, es el que de modo más general, no se encuentra resuelto ciertamente, pero aclarado al menos por la estratigrafía de este pantano subglaciar.

Hasta aquí se consideraba que este movimiento secular era de dos siglos, gracias a las observaciones meteorológicas recientes; y de cuatro o cinco siglos de acuerdo con movimientos glaciares que se conocían por decumentos y por las morrenas más frescas.

Estos datos, acumulados en un fastidioso expediente, vuelven a tomarse y se llevan a un nivel de generalidad superior, para quedar situados en un contexto temporal mucho más amplio. Los dos grandes tipos de oscilaciones seculares o interseculares, fresca (1590-1850) y suave (1860-1960), se repiten bruscamente en 10 ejemplares en total. Las características del movimiento intersecular que habían indicado los climatólogos —y principalmente Pedelaborde en 1957—[8] se encuentran autentificadas, experimentalmente comprobadas. Este movimiento implica, sin duda alguna, largas oscilaciones, alternativas y, si se quiere, periodicidades; pero esta periodicidad no es regular ni rigurosamente cíclica, en el sentido igualitario y matemático de este epíteto. Porque las "fases", suaves o frescas, jamás tienen igual duración unas con otras. Los períodos de empuje glaciar pueden durar aproximadamente dos siglos y medio (así la oscilación propiamente dicha de Fernau, 1590-1850), o apenas más de un siglo (de 1150-1200 a 1300); o más de tres siglos (en el primer milenio anterior a nuestra era). A la inversa, las fases de retirada glaciar o de suavidad climática pueden rebasar apenas un siglo o, por lo contrario, durar tres o cuatro siglos o más.

Otra lección: la homogeneidad temporal. Muchos climatólogos piensan que todas las oscilaciones del clima son del mismo

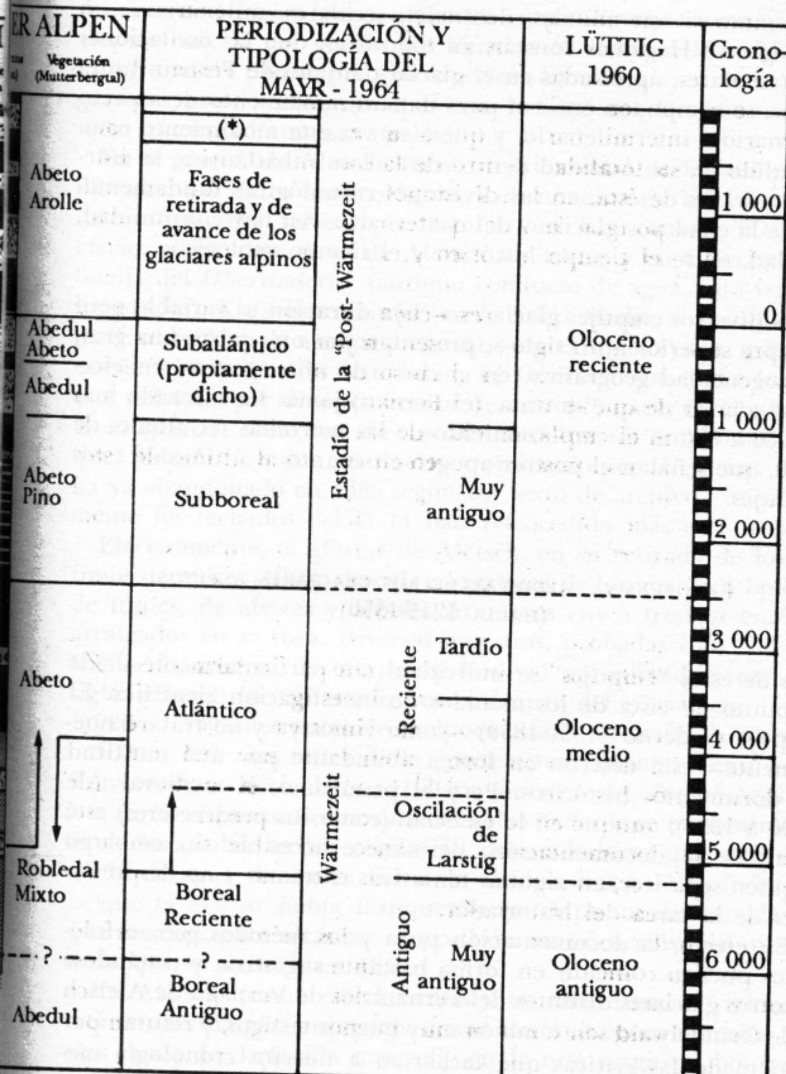
[8] Pedelaborde, 1957, p. 412.



(*) Empuje glaciar de Fernau

GRÁFICA XVIII. *Periodización reciente glacio-*

En el centro de este cuadro (tomado de Mayr, 1964, pp. 384-385, *nau*), representada en forma esquemática, la estratigrafía de la turbera troceso glaciar); en blanco punteado de negro: los niveles de arenas moescala de tiempos y mención de las periodizaciones posglaciares y pos-Báltico; Firbas y Godwin sobre los pólenes de Europa occidental, Karls-



climática de acuerdo con una ciénaga subglaciar
cuadro 6) se encuentra (en la columna *Stubaier Alpen, Sediment, Fer-*
subglaciar de Bunte Moor-Fernau. En negro: las capas de turba (re-
rrénicas, que indican avance glaciar. A izquierda y derecha del cuadro:
óptimas, que hacen diversos autores, principalmente Aario acerca del
trom respecto a los glaciares de Alaska, etcétera.

tipo tanto si son anuales, decenales, seculares, milenarias... o geológicas.[9] Hagamos constar, en todo caso, que las oscilaciones interseculares, apreciadas en el glaciar-pantano de Fernau-Bunte Moor, se componen entre sí para dar un movimiento de aspecto milenario e intermilenario, y que a su vez este movimiento comprendido en su totalidad dentro de la fase subatlántica, se integra, a través de ésta, en las divisiones cronológicas fundamentales de la edad postglaciar y del cuaternario. Así hay continuidad, unidad, entre el tiempo histórico y el tiempo geológico.

Estos diversos empujes glaciares –cuya duración es variable pero siempre superior a un siglo–, presentan por otra parte una gran homogeneidad geográfica: en el curso de unos y otros, en efecto, el glaciar de que se trata (el Fernau) jamás ha rebasado más de 200 a 800 m el emplazamiento de las morrenas terminales de 1850, que señalan el postrer apogeo en cuanto al último de estos empujes.

La ofensiva medieval de los glaciares alpinos (hacia 1215-1350)

Dos de estos "empujes" se individualizan particularmente desde el punto de vista de los métodos de investigación científica. El empuje moderno (1590-1850) –como vimos ya y no trataré nuevamente– está descrito en forma abundante por una multitud de documentos históricos. Pero el penúltimo, el medieval (de 1200 a 1350), aunque en lo esencial (como sus predecesores) esté fuera de la documentación, permanece accesible sin embargo a quien sepa leer, en algunas tentativas extremas y no despreciables de la tarea del historiador.

En efecto, la documentación pura y los métodos geomorfológicos pueden coincidir en forma bastante sugestiva, y tratándose de otros glaciares distintos del Fernau: los de Vernagt, de Aletsch y de Grindelwald son también muy buenos testigos, y refutan por anticipado las críticas que tacharían a nuestra cronología medieval de que no se apoya más que en la evidencia de un solo glaciar.

Ya he mencionado, por ejemplo, el muy curioso texto de Benedikt Kuen,[10] que afirma en 1712, basado en el testimonio de

[9] Pedelaborde 1957, p. 413.
[10] Texto citado por Richter, 1892, p. 384.

un antiguo registro que se encontró en un *Tumbherherr*, que el empuje inicial del glaciar de Vernagt se había originado "en el siglo XIII" (*Anfang... im dreyzehnten saeculo*). Las investigaciones geomorfológicas de Mayr confirman plenamente este viejo aserto del cronista tirolés.

En el glaciar de Aletsch, fuente fundamental de fechados medievales, los datos arqueológicos y documentales, así como las determinaciones radiactivas, forman un haz convergente. En efecto, al estudiar cerca de Aletsch los textos y en el terreno la huella del *Oberriederin* (antiguo conducto de agua para irrigar los prados), Kinzl determinó [11] en la Edad Media, un estado del glaciar de Aletsch más pequeño que en el siglo XVII, y más pequeño aún que en la actualidad. El *Oberriederin* (cuya huella está señalada por diversos lienzos de muro) [12] nacía en el torrente subglaciar, o en uno de sus afluentes, en un emplazamiento que, todavía hoy, está recubierto y obstruido por el glaciar. Estaba ya abandonado en 1385 según un texto de archivo y recientemente los fechados del C 14 han retrocedido más esta fecha.[13]

Efectivamente, el glaciar de Aletsch, en su retirada de los últimos decenios (1940), descubre los restos de humus y un bosque de fósiles, de alerces y árboles frondosos cuyos troncos estaban arraigados en la roca. Diversas muestras, probadas con el C 14, fechan la muerte de este bosque; vivió aproximadamente dos siglos y luego fue aplastado por el avance del glaciar en:

720 ± 100 años antes de la época actual (muestra 1: alerce);

800 ± 100 años antes de la época actual (muestra 2: árboles frondosos), es decir hacia 1190 de nuestra era, fecha media.[14]

Ya que el punto de partida del *Oberriederin* se encuentra todavía hoy cubierto por el glaciar, debe admitirse que este conducto de agua estaba ya fuera de servicio hacia 1190, fecha en la que el glaciar había franqueado ya el punto de partida de que se trata, para alcanzar su posición un poco más adelantada, de la que se retiraría en 1940.

En Aletsch (como en el Fernau), en todo caso, el siglo XIII está en crecida glaciar, en oposición con una época anterior (siglos IX-XI) de decrecida marcada, en la que surgió el bosque y funcionó el *Oberriederin*, libres de hielos.

[11] Kinzl, 1932 (fin del artículo).

[12] Pude percibirlo todavía en 1961, gracias al señor Berchtold, guía de la región de Aletsch.

[13] Oechsger y Rothlisberger, 1961.

[14] Los especialistas del carbono 14, en forma convencional, fijan "la época actual" en 1950 d.c.

En Grindelwald, la crónica local señala en un texto[15] tardío de los siglos XVI o XVII, que la iglesia fue trasladada en 1096 desde el "Burgbiel" hasta su actual emplazamiento, "por causa del glaciar y del peligro de inundación". Texto dudoso: ¿la antigua iglesia del Burgbiel, en efecto, no se remontaría más que a 1140?, ¿debe leerse que fue evacuada en 1196, o bien echar ese documento al cesto?

Mucho más serios y preciosos son los datos acerca del bosque fósil de Grindelwald. Oigamos a Grüner,[16] buen testigo del siglo XVIII (1760): "En el glaciar de Grindelwald, cerca del lugar llamado *Hojas calientes* o *Placa negra* (*Heisse Platte* o *Schwarze Brett*), se ven todavía alerces completamente frescos, aunque estén ahí desde hace mucho tiempo... Estos árboles permiten ver evidentemente que en otro tiempo este terreno era fértil"; y más lejos: "En Grindelwald, a la orilla del Fischerhorn y del Wiger, en medio del hielo (hay) varios troncos de alerces, posiblemente desde hace varios siglos. Quienes han ido ahí dicen que no es posible cortar de ellos la más pequeña parte con el cuchillo más afilado." Grüner compara estos troncos fósiles con los bosques petrificados que se encontraron en el Danubio bajo los pilares de un puente romano.

En 1960 visité el emplazamiento que indica Grüner. En efecto, aún se encuentran ahora, en la morrena lateral derecha,[17] cerca del lugar llamado Stieregg, troncos magníficos de arole (pino cembro), que emergen del arenal morrenaico: están descortezados y pulidos por el hielo y pueden ser objeto de un estudio dendrocronológico. El hecho más impresionante es la falta total de árboles vivos en las pendientes vecinas de uno y otro lado del glaciar y sus morrenas, tanto en esa altitud como más arriba de ella.

Parece que "en otro tiempo" se hubiera instalado un bosque en esta zona, desnuda ahora y parcialmente helada. Este bosque se habría aprovechado de una retirada glaciar bastante prolongada... y probablemente también de un pastoreo ovino poco intenso y se habría destruido más tarde con el avance del glaciar, el cual conservó luego en sus morrenas las reliquias de los troncos muertos.

Una de estas reliquias, que recogió el pastor Nil de Grindel-

[15] Texto de la *Cronegg* citado y discutido por Richter, 1891, p. 16 *et passim*.
[16] Grüner, 1760, I, p. 83 y 1770, pp. 63 y 330.
[17] *Cf.* el mapa de la figura XI.

wald,[18] fue fechada hace diez años con el C 14; data la muerte del bosque en 680 ± 150 años antes de la época actual, es decir 1270 ± 150 de nuestra era. Se trata siempre del empuje del siglo XIII; estamos muy cerca de los fechados de Aletsch (1190 ± 100 años de nuestra era). Una especie de *terminus a quo* se situaría por tanto hacia 1200.

Por lo menos ésa era la cronología de que disponía yo en el momento en que apareció la primera edición de este libro. Después, Stuiver y Suess [19] propusieron cuadros de corrección que rectifican y actualizan el conjunto de fechados del carbono 14. Estas correcciones son mínimas tratándose del siglo XIII, y tienden, muy afortunadamente, a cerrar la "gama". En conjunto sostienen o bien disminuyen los años ligeramente en la cronología mencionada.

Lugar	*Fechados que se mencionan al C 14*	*Fechado "cierto" (rectificado según Stuiver y Suess)*
Aletsch 1	1230 d.c.	1230 d.c.
Aletsch 2	1150 d.c.	alrededor de 1200 d.c.
Grindelwald	1270 d.c.	1280 d.c.

El empuje de Aletsch es el más pertinente, porque lo prueban los árboles arraigados, muertos *in situ;* queda en adelante fechado en 1215 (es decir entre 1200 y 1230). El de Grindelwald es de 1280. El *terminus a quo* (fin del pequeño óptimo del año mil y el comienzo de una *little ice age*) se situaría hacia 1215, o hasta un poco después. En esta fecha es cuando se lanzan seriamente los glaciares alpinos en dirección de un máximo momentáneo.

En cuanto al conjunto glaciar-turbera de Fernau-Bunte Moor, ya mencionado, proporciona el *terminus ad quem* de este empuje medieval. En efecto, las dos capas de arena morrénica estéril,

[18] "BM 95, Schreckhorn, 680 ± 150 (B. P.). Bosque (*Pinus cembro*) de superficie de la antigua morrena lateral derecha al lado del sendero de Baregg a Schwarzegg, a 1 700 m sobre el nivel del mar, en la orilla derecha del glaciar de Lower Grindelwald (47° 35′ latitud N, 08° 95′ long. E). (Coleccionado por el último pastor Nil de Grindelwald y rescatado por Sir Gavin de Beer, director del Museo Británico de Historia Natural." Según el "Radiocarbon Supplement" (del *American Journal of Science,* vol. 3, p. 44). Nil y G. de Beer ignoraban el texto de Grüner.

[19] 1966, pp. 534-540, principalmente, p. 537.

arcillas y guijarros, que corresponden a los dos avances glaciares, por una parte de *Fernau* (1590-1850: avance llamado Fernau, o Xf en la terminología de Mayr) y, por la otra parte, de la Edad Media (Xd), están separados por una capa de 8 a 10 cm de turba, que corresponde a la fase intermedia de retirada glaciar (Xe). La tasa de la formación de la turba se estima, a esta altura, en 3 o 4 cm de espesor por siglo.[20] Transcurrieron, por tanto, dos siglos y medio o tres siglos entre la fase inicial de Xf (hacia 1550-1600) y la fase terminal de Xd. Considerando todos los datos, el empuje glaciar medieval debió comenzar hacia 1215 y terminar hacia 1350. Se trata de un episodio violento, de un empuje relativamente breve, pero vivo y muy marcado: los fenómenos de erosión, de denudación y de solifluctuación que acompañaron a Xd fueron más intensos que en el comienzo mismo de Xf.

Por lo demás, esta cronología concuerda con los datos que se tienen respecto al año de 1300 precisamente, y que se refieren al glaciar de Allalin (Suiza, valle de la Saaser Visp).[21]

Se trata de un texto fechado el 13 de abril de 1300 y firmado por dos ganaderos, arrendatarios de pastos en Distelalp situado en el alto valle del Visp, arriba del glaciar de Allalin. Ambos ganaderos presentan una solicitud a Jocelin de Blandrate, alcalde de Visp: "Solicitamos de usted (dicen por escrito substancialmente a Jocelin) que nos conceda el disfrute de los pastos de que se trata, a partir del glaciar ascendente (*a glacerio superius*), según la costumbre de los hombres del valle del Saaser Visp, de manera que éstos no impidan a nuestros animales ir a pastar hasta el glaciar." [22]

De este texto se ve claramente que en 1300 el glaciar de Allalin (y posiblemente también el de Schwarzenberg, situado más arriba) *intercepta* el alto valle del Visp; de igual modo, los pastos superiores, llamados de Distelalp y que bordean a éste sobre la orilla derecha, están interceptados también por ese mismo glaciar. Parece que en 1300 se padece una situación típica de

[20] Mayr, 1964, p. 277 *passim*.

[21] Lutschg, 1926, pp. 77 y 384.

[22] *"Item rogamus vos ut debeatis nobis censare dictam alpem a glacerio superius, secundum consuetudinem ab hominibus de valle Soxa, ut ipsi non constringant bestie nostre ut non vadant ad pasculendum usque ad glacerium."* He obtenido el original latín de este texto de Gremaud, vol. III pp. 14-15, texto núm. 1156. Traducción alemana y debate topográfico en Lutschg, *ibidem*.



XVII

XVIII



XVII. *El mar de Hielo. Vista desde las inmediaciones de Chamonix, hacia 1840.* Grabado anónimo (probablemente de Anton Winterlin, 1805-1894) de la edad romántica (reproducida con la autorización del señor Snell, anticuario de Chamonix; fotografía del señor L. R. L.). En el primer plano, la iglesia del priorato (actualmente villa de Chamonix). El glaciar de los Bosques (hoy desaparecido completamente del panorama) se extiende ampliamente hacia el pueblo de los Bosques y se desborda hacia la izquierda sobre la costa del Piget. Se distinguen, hacia abajo del glaciar, los valles del Arve y del Arveyrón. Muy en el fondo, entre los árboles, se aprecia un pequeño campanario.

En este grabado tiene el mar de Hielo las dimensiones características de la *little ice age* (véanse, en el mismo tamaño, todas las reproducciones de Mougin [1912] por el período de 1770-1880).

(Fotografía de L. R. L.).

XVIII. *Primer mapa científico del Mar de Hielo (1842).* Mapa tomado de Forbes, 1843.



XIX

XX



XIX. *El glaciar de Argentière en 1780.* En este grabado, admirablemente preciso, de Hackert (reproducido según la Biblioteca Nacional, gabinete de Las Estampas, Estados sardos y Saboya, expediente V b l), el glaciar de Argentière está muy cerca de la iglesia de ese nombre; se encuentra 1 005 metros adelante de su posición del 26 de octubre de 1911, medida por Mougin en el taquímetro Sauguet (Mougin, 1912, p. 154), y está más adelante aún, en comparación con las posiciones frontales, tan alejadas, que ocupará en nuestros días.

(Fotografía: Editorial Flammarion.)

XX. *La misma perspectiva en 1966.* Dos siglos después, las montañas y la iglesia siguen estando ahí; el bosque y los edificios han invadido el paraje que pintó Hackert. Pero el glaciar, por su parte, se ha retirado muy lejos, muy a la izquierda y ha desaparecido del paisaje.

(Fotografía de L. R. L., julio de 1966).



XXI

XXII

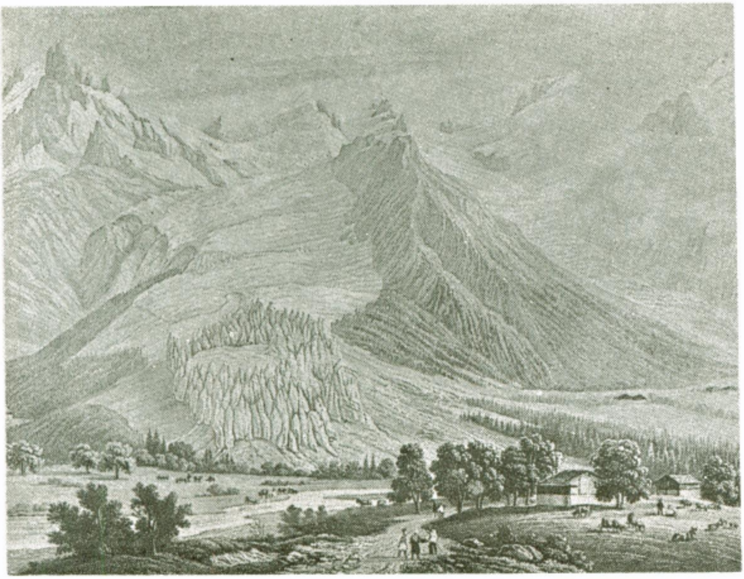


XXI. *El glaciar de Argentière hacia 1850-1860.* Este grabado, de autor suizo o alemán, lleva las siguientes menciones: "*Nach Photographie arrangirt von L. Rohdock; G. M. Kurz sculps; Druck und Verlag von G. G. Lange.*" El glaciar de Argentière comienza apenas su retirada; forma aún el *zigzag* característico del que hablaba Saussure en 1770; su frente está cerca de la planicie y del poblado.

(Fotografía: Editorial Flammarion.)

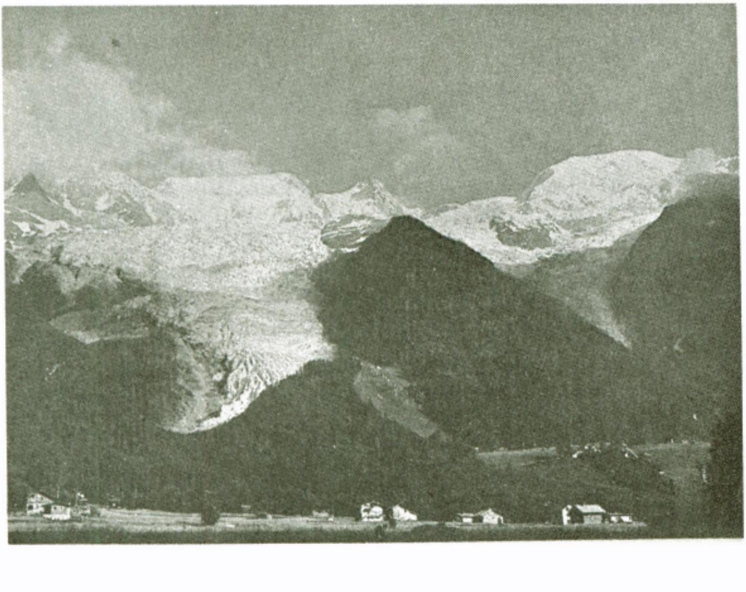
XXII. *El glaciar de Argentière en 1966.* En esta foto, que se tomó desde el mismo ángulo que la anterior, aparece intenso el retroceso secular; toda la rama inferior del *zigzag* glaciar está liquidada y deja ver enfrente enormes rocas talladas por los hielos. Las morrenas se cubrieron de alerces. En cuanto al poblado, creció un poco, pero la iglesia y varias casas pueden reconocerse fácilmente.

(Foto: L. R. L., 1966.)



XXIII

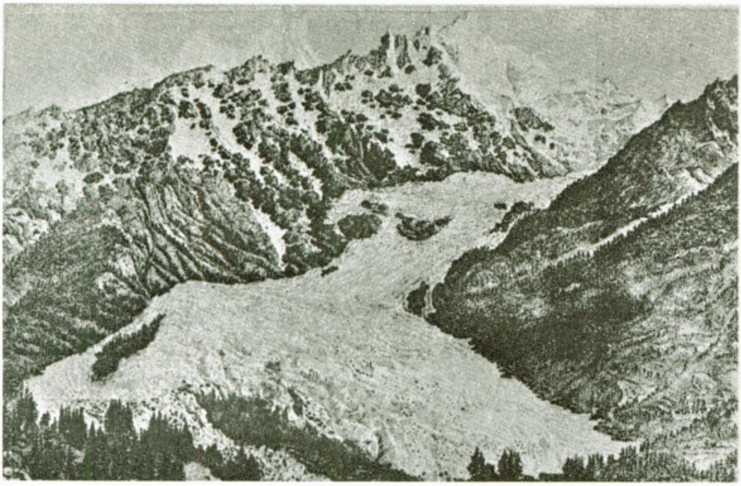
XXIV



XXIII y XXIV. *El glaciar de los Bossons (Siglos xix y xx).* La antigua iconografía de los Bossons es menos rica que la de los glaciares ya mencionados, chamonisenses o suizos.

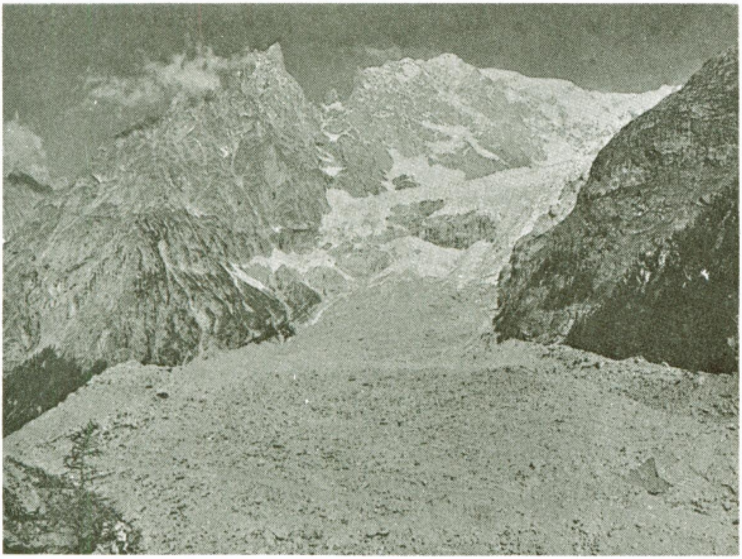
El grabado XXIII es obra de Winterlin (fue realizado hacia 1830-1850). El artista observaba desde un ángulo situado en la orilla derecha del Arve. Este ángulo preciso, infortunadamente, no es muy práctico para obtener una fotografía comparativa, por causa de los bosques y de las construcciones. Sin embargo, una vista que se tomó en 1966, desde un ángulo un poco más cercano, muestra el retroceso del glaciar. El curioso torreón de seracs, muy claro en el grabado XXIII adelante de la lengua glaciar, desapareció en el siglo xx, según el grabado XXIV, y el bosque va sobre las morrenas y los lugares abandonados por los hielos. A la derecha se adivina el glaciar de Tacconaz.

(Colección particular y fotografía de la L. R. L.)



XXV

XXVI

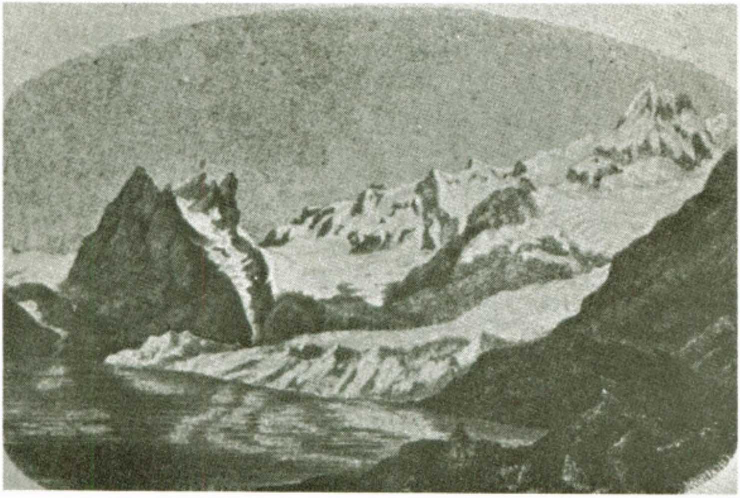


XXV y XXVI. *El glaciar de la Brenva (1767 y 1966).* El dibujo de Jalabert (1767) fue hecho en el lugar, durante un viaje con Saussure, y fue publicado en grabado por Saussure, 1786, tomo IV, p. 27, lámina III. Es la más bella y más precisa de las representaciones muy antiguas que yo conozco, relativas a los glaciares del Monte Blanco. Nótese abajo, a la derecha, "las cabañas de los labradores que cultivan los campos vecinos de los glaciares" (Saussure, p. 27).

La imagen XXVI (foto del señor L. R. M., 1966), prueba comparativamente, la exactitud de Jalabert, maravilloso pintor de las crestas y de las rocas; muestra también, por lo que toca al glaciar mismo, la amplitud del retroceso contemporáneo: toda la "llanura del pie de montaña", glaciar del siglo XVIII, ha desaparecido en nuestra época, substituida por una vasta morrena.

El retroceso es de 750 metros aproximadamente (según el mapa I.G.N., 1958, en la proporción 1/20 000, hojas Monte Blanco, 1-2, levantamientos aéreos y topográficos de 1947-1949).

En las morrenas de la izquierda, al pie de las pendientes que descienden de la Aguja Negra y del Monte Negro de Peuterey, la tradición local sitúa el paraje hipotético de Saint-Jean-de-Perthuis, poblado que murió en un avance glaciar. (Según Kinzl, 1932, y de acuerdo con una comunicación verbal de la señora Zanotti, hotelera, de una vieja familia de Entrèves.)



XXVII

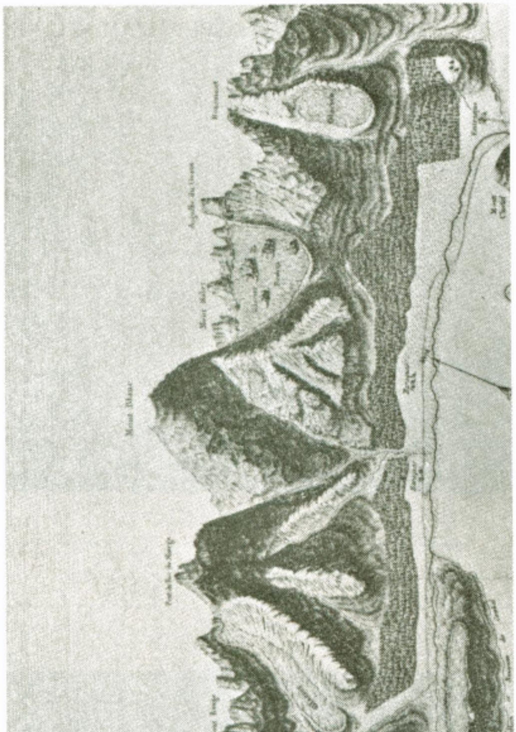
XXVIII



XXVII *y* XXVIII. *Glaciar de la Avenida Blanca y el lago de Combal (Región de Courmayeur).* En 1861 (fuera del texto XXVII), como en el año VII de la República (figura XIII y fuera de texto XXIX), el glaciar de la Avenida Blanca, o de la Ley Blanca, baña directamente las aguas del lago de Combal. (Dibujo y grabado de E. Aubert, tomados de Aubert, 1861).

La foto (L. R. L., 1966), fuera del texto XXVIII, se tomó a partir del punto exacto en que Aubert se situó para hacer su dibujo: da fe el peñón trapezoidal inclinado, abajo y a la derecha de ambas imágenes. En esta foto se ha retirado el glaciar, y en adelante aparece rebasando justamente por detrás la gran pendiente rocosa y obscura de la derecha, que desciende de la aguja de Combal. El retroceso es de un mínimo de 500 metros.

El mismo lago está seco en parte hacia arriba, y se ha cubierto de vegetación. Es de desear un estudio del sedimento de este lago, ya que haría la reseña de las fases largas de desecamiento o humedecimiento del plano lacustre, fases que posiblemente estén relacionadas (como lo atestiguan estos documentos) con el volumen creciente o decreciente del glaciar, responsable de alimentar la capa acuática. (Pero sería necesario también tener en cuenta el dique artificial que eleva el nivel del lago desde una fecha indeterminada, pero anterior a 1691; consultar a Vaccarone, 1881, p. 183.)



XXIX

XXIX. *El lago de Combal en el año VII (1798).* Dibujado en los años revolucionarios (en los que son bastante raros los documentos gráficos sobre los glaciares), este plano del ciudadano Bourcet es probablemente uno de los primeros mapas del lago de Combal (a la izquierda de la imagen).

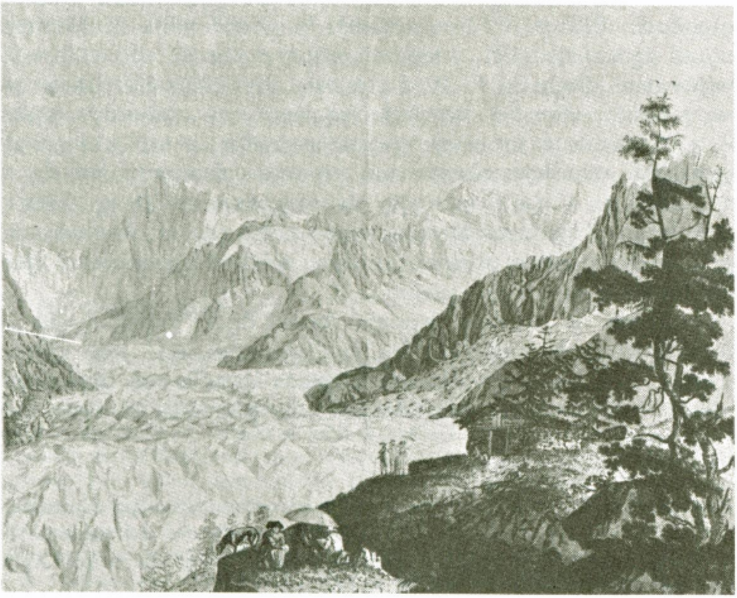
En el año VII aparecía el lago completamente desarrollado y directamente bañado por el glaciar que lo alimenta. Este hecho corresponde a una glaciación relativamente fuerte en comparación con la de 1861, y radicalmente distinta de la configuración contemporánea (*véase supra,* comentario fuera de texto XXVII y XXVIII). Sin embargo, Bourcet, que ha situado correctamente los glaciares, se equivocó en los nombres: bautizó con el de "Talèfre" al glaciar de la Avenida Blanca, y con el de "Avenida Blanca" al pequeño graciar adyacente (a la izquierda) que se llama en realidad glaciar de la "Estellette". (El verdadero glaciar de Talèfre nada tiene que ver con esta región, y está situado a 20 kilómetros al noreste, del otro lado del mar de Hielo.)

FUENTE: *Cf.* texto XIII.



XXX

XXXI



XXX y XXXI. *El Montenvers.* La antigua iconografía (siglo XVIII) concierne esencialmente (cuando sirve de comparación con la actual) a los *frentes* glaciares.

Es raro que se tengan datos sobre el espesor del glaciar mismo, arriba de la lengua terminal. El bello grabado de Heckert (foto de la Editorial Flammarion), que representa al Montenvers en agosto de 1781, permite comparar con la situación *contemporánea* (foto de L. R. L., agosto de 1966): La cuneta rocosa, situada enmedio, del lado izquierdo, en ambos documentos, y cuya parte superior (primera grada) se ve cubierta de vegetación, está hoy mucho más separada de los hielos, de lo que estaba en el siglo XVIII. Su altura aparente sólo igualaba a su anchura. Hoy esta altura, aumentada por el descenso del glaciar, parece tener el doble, o poco falta, de la anchura que, indudablemente, no ha variado.

Lo mismo, la primera espuela rocosa de la derecha, que se adelanta hasta enmedio de las dos imágenes, está hoy mucho más apartada que hace tiempo: antes se hundía con ímpetu en el hielo, y ahora está separada por una pequeña morrena que la circunda.

FUENTE: *colección particular.*

Este grabado de Hackert se reproduce con frecuencia, principalmente en Mougin, 1912, y en Engel, 1961; en los expedientes del gabinete de Estampas, mencionado *supra* en el comentario fuera de texto, XIII, existe un ejemplar.

ad hoc del siglo XIX, que son compilaciones estimables pero están superadas.[67] Es necesario ir más allá de estas publicaciones arcaicas. Debe buscarse lo nuevo, lo sistemático.

Lo nuevo: abundan los textos inéditos que describen (año por año en los siglos XIV o XV), inviernos, veranos, rigores, sequías, inundaciones, etcétera. Estos textos surgen a cada instante de los archivos, privados o notariales, eclesiásticos o administrativos.

De ahí la segunda exigencia en este campo: buscar lo sistemático. Establecer series válidas de estos textos, por región, por año, por estación o aun por mes, por fenómeno climático (frío, calor, sequedad, humedad, etc.), y por intensidad del fenómeno de que se trate. Y para ello se deben utilizar las técnicas de clasificación rápida y de correlaciones múltiples que permitan la mecanografía y los métodos manuales o automáticos de tarjetas perforadas y de computadoras. Por ejemplo, un texto aislado como el que publicó John Titow en su artículo[68] sobre las cuentas señoriales del obispado de Winchester: "La provisión de heno faltó en este año (1292), porque fue dado a los borregos del señor por causa de un invierno muy fuerte (*propter maximan hiemen*)". Ese texto, por sí mismo, no añade gran cosa a nuestros conocimientos, Pero adquiere todo su sentido si lo unimos, como lo hizo Titow, al inmenso *corpus* de textos análogos que se han descubierto o que se descubran. Reunidos así y luego fragmentados nuevamente, descompuestos en sus principales elementos (indicación de intemperie, de estación, de tiempo y de lugar), estos textos permiten levantar series finas, locales, precisas y largas, que podrán ponerse en paralelo con las indicaciones decisivas, pero borrosas, que dan por otra parte los glaciares.[69]

Los historiadores que se reunieron en el coloquio de Aspen, en 1962, intentaron hacer un análisis de esta especie en relación

[67] Por ejemplo, Baker, 1883.

[68] Titow, 1960, p. 379.

[69] Este libro estaba en prensa cuando tuve conocimiento, *in situ,* del bello episodio que se asocia tradicionalmente con la fundación de la basílica de Santa María la Mayor, en Roma. El 4 de agosto de 352, la Virgen María se apareció en sueños al papa Liberio I, y le ordenó que levantara un templo en el Esquilino, en el sitio mismo en que se encontraría al día siguiente, 5 de agosto, una capa de nieve fresca, que habría caído durante la noche en medio del verano romano. Así se hizo: el Pontífice pudo hasta trazar los planos del santuario sobre esta nieve.

Este episodio veraniego frío, si es auténtico, forma parte de la serie secular de veranos muy fríos, que inhiben la ablación, y que precedieron y provocaron el largo empuje glaciar alpino que se registró a partir de 400 d.c. (¿fecha considerable?). Este empuje fue catalogado por Mayr en 1964 como Xb (*cf. supra* en este capítulo, pp. 327-328 y gráfica XVIII).

con los siglos XI y XVI. Me referiré en pocas líneas a esta experiencia colectiva, lo que se relaciona con el fin de la Edad Media; el siglo XVI, dicho de otro modo.

El clima del siglo XVI y los diagramas de Aspen *

Diversas reuniones científicas celebradas en los últimos años, han tomado como tema de discusión las fluctuaciones climáticas recientes: una conferencia que se convocó en Nueva York en el año de 1961, bajo los auspicios de la sociedad meteorológica norteamericana, estudió así los cambios climáticos y los fenómenos geográficos que se relacionan con ellos.[70] El coloquio internacional de Obergürgler (septiembre de 1962), se dedicó a las "variaciones de los glaciares existentes" y a las causas que determinan esas variaciones.[71] Por su parte, la Conferencia de Aspen (Colorado, junio de 1962), que organizó el Comité de Paleoclimatología de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos, se encuentra en la misma corriente de investigación fundamental; su objeto es "el clima de los siglos XI y XVI".[72]

Este Congreso de Aspen presentó algunos rasgos originales: centró la investigación en dos siglos particulares. Ese enfoque de las investigaciones debía permitir, conforme a la intención de los promotores, rebasar las generalidades y, a fuerza de monografías, alcanzar realidades concretas situadas históricamente. Por otro lado, los especialistas de las ciencias de la naturaleza (geólogos, glaciólogos, meteorólogos, "dendrólogos"), no fueron los únicos que participaron en el Congreso;[73] por primera vez sin duda en una reunión de esta clase, fueron llamados historiadores profesionales. Fue una invitación normal; tratándose de cronología "corta", limitada a un siglo —XI o XVI—, los métodos

* *Cf.* los diagramas en los anexos de este libro. Las notas explicativas se encuentran más adelante, en el anexo 15.

70 Los comunicados que se hicieron en esta conferencia, muchos de los cuales tratan de la época histórica, se publicaron en los *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 95, art. 1, pp. 1-740, octubre de 1961.

71 La publicación núm. 58 (1962) de la *Association Internationale d'Hydrologie Scientifique* está reservada por completo a los trabajos de este coloquio.

72 Acerca de esta Conferencia, *véase* "Proceedings...", 1962, *Véanse* también los *Annales* de julio y agosto de 1963, pp. 764 *ss.*

73 La Conferencia, presidida por R. A. Bryson, estaba dividida en seis secciones: antropología, biología, glaciología, geología, historia y meteorología.

acostumbrados de la paleoclimatología, que se fundan en la muy larga duración y también hasta en las edades geológicas, resultan insuficientes. Para conocer bien un siglo determinado debe recurrirse a las observaciones finas y reunir series anuales. Ahora bien, éstas, en la mayoría de los casos, se fundamentan en el aprovechamiento de los documentos de archivos, es decir en la "tarea del historiador".

Este llamado a la historia, que formularon los climatólogos, no dejó de hacer eco. Más de cincuenta series anuales —o por lo menos decenales—, fueron presentadas por los historiadores que se reunieron en Aspen, y por sus colegas de otras disciplinas, que se habían unido, con gran espíritu de cooperación, a los trabajos de la Comisión Histórica del Congreso.[74] Muy pronto se plantearon los métodos de ejecución ante estas múltiples aportaciones. ¿Bastaría considerar cada serie, una después de otra, para discutirlas, criticarlas e interpretarlas aisladamente? Este primer estudio analítico y monográfico habría de ser rebasado muy pronto. Cuando terminaron los primeros debates de la conferencia y las sesiones iniciales de la comisión, se necesitó poner a disposición común los materiales y hacer un inventario sintético.

¿Por qué esta síntesis? Primero, para calificar las series con la prueba de concordancias y diferencias; después, para hacer que aquéllas expresaran todo su contenido (que de lo contrario puede permanecer latente, si solo se observa cada secuencia en su particularidad); y, por último, para separar los primeros elementos, aun provisionales, de un cuadro de conjunto.

La Comisión Histórica del Congreso de Aspen procedió así a reunir las series y los diagramas que proporcionaron sus participantes. Se integraron dos cuadros cronológicos, que interesan respectivamente a los siglos XI y XVI. Jacques Bertin y Janice

[74] Esta incluía a W. B. Watson, presidente (Massachusetts Institute of Technology), E. Giralt Raventos (Universidad de Barcelona), K. Helleiner (Universidad de Toronto), D. Herlihy (Bryn Mawr College), E. Le Roy Ladurie (Escuela de Altos Estudios), J. Titow (Universidad de Nottingham), y G. Utterström (Universidad de Estocolmo). Otros investigadores participaron también en los trabajos de la comisión histórica, entre ellos H. Harakawa (Instituto de Investigación Meteorológica de Tokio), P. Bergthorsson (Weather Bureau, de Islandia), H. Lamb (Meteorological Office, Londres), G. Manley (Bedford College, Universidad de Londres). Acerca de los trabajos de esta Comisión, véase en los *Proceedings,* 1962, W. B. Watson: *Summary report of the history Section* (pp. 37-43), *Census of data* (pp. 44-49) y *"Bibliography"* (pp. 50-58). W. B. Watson preparó, antes de la Conferencia, toda la organización de la Comisión de Historia, y luego dirigió o coordinó los trabajos.

Récurat, del laboratorio de cartografía de la Escuela de Altos Estudios, se encargaron, en 1962 y 1963, de acondicionar la gráfica de estos "montajes": los cuadros definitivos que se elaboraron se publican como anexos, con aclaraciones, notas y leyendas explicativas.

El presente capítulo se propone simplemente comentar esos dos cuadros, concretar sus fuentes, su metodología general y sus principios de clasificación. Para concluir se propondrá un intento de interpretación.

Se sobreentiende que esta reflexión será parcial: en una simple exposición es imposible aclarar y justificar, en forma exhaustiva, cada uno de los cincuenta diagramas reunidos. Los contenidos y los métodos en que se basa cada serie se apreciarán en forma muy breve y para una información más detallada, se hará referencia, en ciertos casos, tanto a las publicaciones de diferentes autores individuales responsables de las diversas gráficas, como a las fuentes todavía inéditas que utilizaron estos autores.[75]

A pesar de su intención de ser sintética, la exposición siguiente corre también el riesgo de ser parcial en algunos casos. Sin duda se esfuerza siempre en conformarse a las conclusiones colectivas de los participantes de Aspen. Pero, a pesar de esta fidelidad, expresa necesariamente el punto de vista individual de su autor. Este punto de vista no compromete forzosamente, en cada aspecto, a todos los historiadores e investigadores que colaboraron y refrendaron los cuadros. Las interpretaciones que aquí se proponen, dentro de un campo nuevo, conservan con frecuencia el carácter de hipótesis como se verá: si llegan a provocar discusión y a vivificar la investigación, habrán alcanzado uno de sus principales objetivos.

1. *Fuentes y métodos*

Los diagramas que se efectuaron provienen de fuentes diversas, que pueden dividirse en dos grupos: fuentes primarias, que informan sobre el clima mismo (ejemplo: fechas de las cosechas, precoces o tardías), y fuentes secundarias, que se refieren a determinada consecuencia de los fenómenos climáticos sobre la actividad humana (ejemplo: volumen de las cosechas, abundantes o deficitarias).

[75] Todas estas referencias se encuentran en las notas de pie de página de este capítulo. También, en la mayoría de los casos, más adelante, en el anexo 15.

Entre las fuentes primarias se encuentran, en primer plano, los datos "fenológicos". Una de las más típicas es la de Kioto, presentada por Arakawa (diagrama XVI-7). El autor japonés se apoya en un hecho de ecología bien demostrado: [76] la estrecha correlación que hay entre las temperaturas primaverales y las fechas del florecimiento de los vegetales; éstas integran a aquéllas. Suavidad y calor de la primavera significan la precocidad de las flores; por lo contrario, la tendencia fría induce florecimientos tardíos. En este orden de investigaciones, los archivos fenológicos más antiguos dan preferencia en Japón a la variedad local del cerezo (*prunus vedoensis*). En Kioto, cuando estaba el árbol en flor cada año, el emperador daba en los jardines una especie de *garden-party,* y quienes elaboraban los anales anotaban la fecha de estas floraciones. T. Taguchi publicó una primera cronología (1939). H. Arakawa siguió todas las fechas, las criticó y luego las convirtió en gráficas; el diagrama XVI-15 proporciona un fragmento de la curva total que integró, y que se extiende —con lagunas— desde el siglo IX hasta el XIX.[77]

Después de las flores, los frutos. La madurez de la uva es —como se sabe desde Angot—[78] un documento climático de primer orden. Y los trabajos recientes de los especialistas de la viticultura permiten recapitular en este campo. Pierre Branas mostró, con las cifras en la mano, el papel decisivo del "complejo heliotérmico" en la duración del maduramiento de los racimos: entre más luminosa y cálida es la bella estación en un año determinado, más rápido es el crecimiento de la uva y viceversa. Georges Montarlot estudió, con la misma intención, el comportamiento de una cepa común, la aramón, en el transcurso de un año frío y tardío (1932). De febrero a septiembre un déficit térmico prolongado retrasó el inicio de la vegetación, luego el florecimiento y, por último, la vendimia, habiendo repercutido el retardo para agravarse a medida que avanzaba la *growing season*. En 1957, las heladas primaverales y el enfriamiento que persiste en la primavera y el verano retrasan la cosecha y la apertura de las bodegas cooperativas vitícolas en el Mediodía francés. De una manera más general, los trabajos de Godard y Nigond indican que una relación lineal vincula a las temperaturas veraniegas con la fecha de la vendimia.[79]

[76] Lindzey y Newman, 1956.

[77] Arakawa, 1955, 1956 y 1957.

[78] Angot, 1883.

[79] Branas, 1946, pp. 56-71; G. Montarlot, s. f.; M. Godard y J. Nigond. *Cf.* principalmente la gráfica 1 de estos dos autores.

Vayamos ahora al siglo XVI. La documentación ofrece, en esta época, cierto número de secuencias regionales de vendimias, que se refieren a las viñas del Norte y del Centro-Este (Dijon, Salins, Burges, Lausana, Aubonne, Lavaux), o bien las del Mediodía (Comtat, Quercy, Languedoc, Gironda, Vieja Castilla).[80] Estas curvas locales –en cuyas construcciones debe tenerse en cuenta la corrección gregoriana a partir de 1582– afirman una concordancia mutua, que es significativa de reacciones comunes a las tendencias estacionales, de un año a otro. Esa tendencia justifica la unificación de todas las series y el cálculo de los promedios permite elaborar un diagrama único (XVI-16). Este diagrama indica en días, durante cada año del siglo XVI, la diferencia entre la francesa media [81] y la media secular de las fechas de vendimias. En 1545, la cosecha de las viñas conocidas tiene un adelanto promedio de quince días sobre la fecha normal de las vendimias del siglo, calculada para cada una de estas localidades. En 1600, por lo contrario, tiene un retraso de ocho días. El diagrama XVI-16 muestra esta colección secular de diferencias anuales y los "dentados", blancos y negros,[82] están en función, de una manera decisiva, de las fluctuaciones positivas o negativas de la temperatura media primaveral-veraniega, de un año a otro.

El empleo de una media móvil de tres años (XVI-16 *bis*) permite, en un segundo momento de la investigación, suavizar el diagrama anual; [83] el aspecto general de la curva se respeta con este procedimiento. Pero las puntas más vivaces de ella quedan descrestadas; las fluctuaciones de aspecto cíclico se hacen más legibles; los grupos de años, precoces o tardíos, se destacan así claramente en el diagrama XVI-16 *bis*.

Para las fechas de las siegas [84] se ha intentado una forma análoga, como se les conoce en Francia meridional por algunas contabilidades eclesiásticas. Esta serie, además, es demasiado breve,

[80] Series septentrionales y centrales según Angot, *artículo citado;* series meridionales según E. Le Roy Ladurie (Mediodía francés), Hyacinthe Chobaut (Comtat), y B. Bennassar (Vieja Castilla): *véase* el anexo 12, y L. R. L., 1966, vol. II, año 1 y gráfica 1.

[81] Expresión simplificadora: ya que esta media incluye tres series helvéticas (Aubonne, Lausana y Lavaux) y una serie de Castilla la Vieja (Valladolid).

[82] Por razones técnicas, los dentados o rectángulos, previstos inicialmente como *blancos*, se habían realizado en diagramas *grises*, en mi artículo de 1965. Aquí pudo utilizarse el blanco.

[83] *Cf.* el anexo 15, XVI-16 *bis*.

[84] Diagrama XVI-12 y anexo 15, XVI-12.

aproximativa, llena de lagunas a veces, por lo que su manejo es menos seguro que el de las vendimias. Es indudable que la fecha de corte de los cereales sirve efectivamente como integrador climático, en Provenza, Languedoc y Cataluña, donde se presenta la cosecha desde junio; una siega tardía revela una primavera fría, y viceversa. Pero la temperatura primaveral representa el papel de determinante principal; la fecha de corte del trigo está influido, por una parte y de modo secundario, por la época precoz o tardía de las siembras que lo precedieron; éstas las fijan los labradores considerando ciertos factores (lluvias de otoño, estado del suelo, labores preliminares, etc.). La fecha de las siegas es por ello un fenómeno más complejo que la correspondiente a las vendimias, en sus causas profundas. Y su significación climática no es la misma siempre.

Por último, algunas de las fuentes fenológicas se colocan aparte; no acusan la aparición de una flor, la madurez de los racimos o de las espigas, pero registran la fecha significativa de una helada, de un cúmulo de hielo (o de un deshielo), que marca el comienzo o el fin de la estación fría.

Japón central: la serie del lago Suwa interesa de manera casi continua al período 1444-1954. Los sacerdotes de un templo cercano observaban el lago y anotaban el día en que se helaba por completo. La ausencia de hielo, significativo de inviernos suaves, estaba señalado generalmente en sus archivos. Siguiendo los trabajos de S. Fujiwara, H. Arakawa se encargó de poner en forma esta cronología "lacustre" cinco veces secular. El diagrama XVI-17 proporciona un extracto, acerca del período que nos ocupa, del conjunto de series que construyó.[85]

El objeto de las anotaciones más antiguas en Riga, es el deshielo en vísperas de la primavera. La fecha de apertura del puerto, libre de hielos por fin, fue consignada cada año en los documentos de la ciudad. Y V. Betin pudo reintegrar, partiendo de esos datos, una serie prolongada desde el siglo XVI hasta nuestros días; [86] cuando se comprobó ésta, reaccionó favorablemente en los exámenes de concordancia. Es suficiente compararla con los datos paralelos, provenientes del Neva y del lago Kavalesi, en Finlandia [87] –datos que son significativos también, del clima del área báltica. Se confirma, al final de la curva y en las tres secuencias –Riga, Neva, Kavalesi– una misma tendencia

[85] *Cf.* también a Arakawa, 1954.

[86] Diagrama VI-6 y anexo 15, XI-6 y XVI-6; *cf.* también a Betin, 1957.

[87] Publicados por A. Sokolov, 1955, pp. 96-98.

de los deshielos precoces, que aparece después de algún recalentamiento, en el período 1880-1950.

La serie de Riga, confirmada así, se presenta en el diagrama XVI-6, que reproduce su fragmento inicial (1530-1610), aunque contiene varias lagunas.

Después de la fenología se asientan entre las fuentes primarias, la dendrología, que estudia los árboles antiguos y los *tree-rings*. H. Fritts, J. L. Giddings y G. Siren incluyeron en nuestros cuadros tres grupos de diagramas, que se refieren al suroeste de Estados Unidos, a Alaska y a la Laponia finlandesa. La primera serie, correspondiente a las Rocallosas, es sin discusión la más rica; aprovecha los "archivos forestales", acumulados desde hace más de medio siglo en el *Tree-ring laboratory* de Tucson (Arizona), y proyecta año tras año, en dos gráficas (XI-18 y XVI-28), el índice promedio de crecimiento de cinco grupos de árboles —abeto Douglas o pino Ponderosa—, que se localizan respectivamente, dentro de dos grupos, en Arizona; y los otros tres en Montana, Colorado y California. Los lugares donde crecen estos árboles son extremadamente secos, y las variedades elegidas son sensibles a la aridez. El crecimiento de los *tree-rings*, en este caso, está en correlación con la pluviosidad, y en relación inversa con el índice de aridez (que tiene en cuenta, a la vez, las lluvias y la evaporación).

La serie dendrológica de Alaska (XI-8 y XVI-9) se construyó partiendo de árboles viejos (*Picea canadensis,* Mill; *Larix Alaskensis,* Wight), y de vigas arqueológicas indias; todas estas muestras provienen de lugares situados inmediatamente al norte del círculo polar.

La serie de la Laponia finesa es, por su parte, obra de un forestal, Gustaf Siren. Comprende todo el período 1181-1960 y da el índice de crecimiento de más de doscientos árboles antiguos —pinos de Escocia o pinos silvestres—, que crecen en el extremo norte de Finlandia, en las márgenes septentrionales del bosque. El diagrama XVI-18 presenta, en el período 1490-1610, un extracto de esta curva ocho veces secular.

Alaska y Laponia tienen como rasgo común determinadas condiciones ecológicas. La temperatura de verano es, efectivamente, el factor crítico, "marginal": el verano, tibio o frío es ahí decisivo para estimular o paralizar el crecimieno del árbol; la pluviosidad representa sólo un papel insignificante por lo que se refiere a los *tree-rings*.

En estas latitudes muy frías se observan también determinados efectos remanentes. Un verano cálido puede estimular el

crecimiento forestal del año en Laponia, así como también el del año siguiente; lo mismo un verano frío, para frenar el crecimiento. El *tree-ring* nórdico es, pues, susceptible de integrar el clima de dos años sucesivos; y sus curvas dendrológicas se suavizan como por una media móvil bienal.[88]

Veamos ahora una fuente primaria nueva, de origen documental y "ceremonial": las Rogativas para la lluvia –signos de sequía. En la España piadosa y árida, las autoridades municipales obtienen de la Iglesia, con bastante frecuencia, en casos urgentes, jornadas de procesión. Emili Giralt Raventos presenta "en número de días de oración" las Rogativas de Barcelona en el siglo XVI, que están registradas completamente gracias al buen mantenimiento de los registros "del antiguo Consejo barcelonés". Están distribuidas por estaciones en los cuadros y acumulados con sus totales por años de cosecha,[89] para instituir una comparación con las fluctuaciones cerealeras.[90]

El mismo Emili Giralt hace notar la relatividad de su serie. Junto al déficit pluviométrico –factor principal–, el fervor religioso, cuya intensidad varía (¿y aumenta la final del siglo, con la Contrarreforma?), puede contribuir a influenciar los diagramas. La serie, en su conjunto, no aparece verdaderamente densa y objetivamente representativa sino a partir de 1520.

La serie Giralt, cuyo equivalente podría integrarse en Valencia, parece, hasta aquí, única en su especie; en París, por ejemplo, las partidas de caza de Santa Genoveva –con el fin de desencadenar o conjurar la lluvia– son demasiado excepcionales para formar secuencia.

Cuarta clase de fuentes primarias: las observaciones meteorológicas, en el sentido literal del término. Mucho antes de que aparecieran los instrumentos de medición, en efecto, pueden ser verdaderos registros de referencias sistemáticas del clima, los periódicos, *diarios,* libros de cuentas, principalmente cuando son cotidianos. Son referencias desvaídas, pero susceptibles de proporcionar informaciones significativas; así Wolfgang Haller, burgués de Zurich, anota en su diario, llevado escrupulosamente, los días lluviosos o nevados que hubo entre 1550 y 1576.

[88] Sobre estos temas, referencias en el anexo 15, XI-8, XVI-18 y XVI-19.

[89] Gráficas XVI-9, XVI-13, XVI-20, XVI-25, XVI-30.

[90] Considerando la época de las cosechas catalanas, que se efectúan muy a menudo desde junio, el año-cosecha 1524-1525 (por ejemplo) comprende, en la gráfica XVI-30, verano y otoño de 1524 más invierno y primavera de 1525.

Y H. Lamb pudo, analizando algunos de sus datos, obtener un detalle estadístico, del que derivan los diagramas XVI-11 y XVI-23.[91]

Tenemos también verdaderas series hidrológicas para el período histórico: la que presenta todavía H. Lamb, a partir de las publicaciones del príncipe Omar Toussoun, da los niveles anuales del siglo XI (codos convertidos a metros) en las crecidas y los estiajes del Nilo.[92] En último análisis, somos deudores de los cronistas árabes que anotaron las subidas de los nilómetros, por legarnos esa serie.

Los glaciares, integradores climáticos, proporcionan a su vez toda una categoría de informaciones, principalmente del siglo XVI, del que disponemos de buen número de textos y de datos en la zona alpina. Ya antes mencioné [93] los episodios más característicos del siglo XVI que, por otra parte, aparecen dentro del diagrama XVI-34 en forma de esquema.

En cuanto al siglo XI, faltan textos que pudieran dar la posición de los glaciares después del año mil. Sin embargo, los fechados del C 14 colocan, en forma cronológica,[94] algunos bosques fósiles cercanos de los glaciares actuales; los restos del bosque de Aletsch, arraigados en la roca, fueron liberados hace veinte años por la retirada del glaciar que lleva ese nombre. Y el bosque de Grindelwald, de troncos rotos, descortezados por el hielo y hundidos en las morrenas laterales —que se describe en el siglo XVIII—, existió hace tiempo en una altitud y en una zona donde no hay árboles de ese nombre.

El C 14 fecha esos dos bosques de modo notablemente concordante. Murieron, aplastados por el avance de los glaciares limítrofes, en:

650 ± 150 años antes de la época actual (Grindelwald);
720 ± 100 años antes de la época actual (Aletsch);
800 ± 100 años antes de la época actual (Aletsch).

Es decir, hacia 1215 de nuestra era, fecha media y probable.[95]

A juzgar por el detalle de los anillos de crecimiento y por la capa de *humus* subyacente a las raíces (en Aletsch), los árboles de que se trata habían permanecido en paz por lo menos dos

[91] Anexo 15 y gráficas XVI-11 y XVI-23.
[92] Gráficas XI-16 y XI-17.
[93] *Supra,* pp. 179-225.
[94] Acerca de esta cronología, *véase supra,* en las pp. 332-361, una demostración más detallada.
[95] *Supra,* las pp. 332-361.

siglos sin incursión glaciar, antes de que fueran "asesinados" en 1215.

Hay pues una posibilidad, no despreciable, de que el siglo XI esté ya incluido en esta fase de retirada, con la desglaciación que señaló el C 14; desglaciación comparable con la del siglo XX, o hasta más marcada aún. En forma inversa, el siglo XVI, por lo menos en su segunda mitad, está caracterizado por una tendencia a la crecida glaciar, que proseguirá a través de oscilaciones y máximos sucesivos hasta 1850, aproximadamente.[96]

Las series de acontecimientos son la última especie de fuentes primarias, que pueden aprovecharse para obtener un conocimiento aproximado de los climas antiguos; agrupan, año tras año, determinados fenómenos meteorológicos que, por su carácter de "fuera de lo normal", impresionó a los contemporáneos: rigor o suavidad del invierno, congelación de los grandes ríos, inundaciones, lluvias diluviales, sequías prolongadas. Estas series se forman con frecuencia a partir de documentos heterogéneos, cuyo valor es desigual, y que pueden ser insuficientes o estar plagados de lagunas. No tienen el valor de las secuencias de base fenológica o dendrológica que, por su parte, son anuales, continuas, cuantitativas y homogéneas. Sería, no obstante, absurdo, hipercrítico, rechazar *a priori* la información de los acontecimientos. Actuando así, el historiador negaría la prueba de los textos y tacharía testimonios valederos.

El material de los acontecimientos puede integrar conjuntos relativamente significativos; pero en esta perspectiva debe elaborarse y controlarse de acuerdo con varias reglas muy estrictas.

Primera regla: No utilizar para la información climática más que textos verdaderamente meteorológicos. Así, la simple mención de una mala cosecha no es por sí misma una información directa sobre el clima. Una mención así, en efecto, sin otro comentario, recurre a toda clase de explicaciones posibles, que varían según los lugares, los años y los productos. La cosecha deficitaria puede indicar la extrema sequedad y el escaldamiento, o bien el verano excesivo o el invierno demasiado húmedo, o el hielo que mata las simientes, o la extrema suavidad invernal que las destruye en el suelo. Solamente si se indica la causa de la mala cosecha, puede llegar a incluirse el texto en una serie de acontecimientos de estudio del clima.

Segunda regla: La "ventilación" estacional de las informacio-

[96] Referencias de todos estos datos glaciares, en el anexo 15, XI-19 y XVI-34; capítulo IV.

nes. En materia de viñas, por ejemplo, una helada de primavera que mata los botones pero respeta las cepas, no tiene la misma significación que una helada invernal que ataca a la planta misma y puede aniquilar una viña. Estos dos fenómenos se integran respectivamente en dos series estacionales distintas. Las inundaciones de invierno o de primavera, que pueden sobrevenir a veces de un deshielo o del río liberado bruscamente, tampoco tienen el mismo carácter climático o ecológico que las lluvias torrenciales de otoño. Es cierto que, para los fines de las investigaciones, es legítimo formar determinadas series anuales "acumulativas" con base en los acontecimientos (diagrama XVI-29); esta investigación anual no debe intervenir, en lo posible, sino cuando se terminen las monografías estacionales.

Estas series estacionales, por su parte, requieren cronología precisa. El año meteorológico empieza en diciembre, y las heladas de diciembre de 1564, por ejemplo, deben agregarse al invierno de 1565 (diciembre de 1564, enero y febrero de 1565). Precaución indispensable; bajo pena de dividir en dos, indebidamente ciertos inviernos, y de "telescopiar" algunos otros.

Las buenas series de acontecimientos, o las menos malas, se integran así de materiales escogidos, correctamente clasificados, y deben luego comprobarse, si no, el carácter aleatorio de la documentación de base puede crear, en lo que les corresponde, efectos engañosos de perspectiva. Ejemplo: los inviernos rudos parecen más numerosos después de 1540-1550; [97] pero, ¿no será simplemente porque los documentos acerca de los inviernos rudos están comprobados en mayor número, por los archivos más ampliamente conservados a medida que avanza el siglo XVI? De esa legítima sospecha no se puede salir victorioso más que con un examen comprobatorio, que es el de las contradicciones. Admitamos, en efecto, que la creciente densidad de los inviernos rudos corresponde a un fenómeno real. En este caso debería anotarse simultáneamente la rarefacción de los inviernos suaves. Si, por lo contrario, esas anotaciones más numerosas provienen de una simple ilusión, de una especie de espejismo documental, la acumulación de los documentos multiplicaría también los inviernos suaves al mismo tiempo que los rudos, con lo que la superchería de los archivos quedaría revelada fácilmente. Los diagramas resisten victoriosamente, de hecho, esta prueba de las contradicciones. Después de 1545, a pesar de los

[97] Acerca de todo este párrafo, *cf.* diagramas del XVI-1 al XVI-6, y el anexo 15, en las mismas anotaciones.

documentos cada vez más numerosos, los inviernos suaves son claramente más raros que antes.

Segunda prueba, clásica: concordancia y discordancia. La serie de inviernos suaves, que aparecen en torno de 1530, pueden servir aquí de ilustración. Esta "serie" impresionó vivamente a los cronistas o historiadores del antiguo régimen.[98] Ahora bien, todas las series de diagramas la confirman y presentan una concordancia ejemplar. Entre otros ejemplos: Weikinn coleccionó cuidadosamente las heladas de los ríos en el siglo XVI, y no encontró un caso de barrera de hielo fluvial durante este período muy suave (1528-1532).[99]

Otro caso de concordancia tranquilizadora: entre las sequías de verano barcelonesas (diagrama XVI-20), ni una sola cae en un año de inundación francesa de verano. De las diecisiete sequías de verano belgas, caen dos solamente en un año de inundación francesa de verano (XVI-21 y 22). Lo mismo, en las series otoñales de precipitaciones (XVI-26 y 27), se anota una buena convergencia de Francia y Bélgica. Las sequías belgas "se encajan" en las inundaciones francesas. En la serie "precipitaciones-primavera siglo XVI", este encajamiento está tan bien realizada, que pura y simplemente se fusionaron ambas en una sola: "Francia-Bélgica" (diagrama XVI-14).

Por otra parte, sin embargo, aparecen múltiples discordancias, así, entre Francia y Cataluña en el otoño y la primavera (XVI-9 y 10; XVI-25 y 26). Estas discordancias pueden referirse a una diferencia geográfica de los regímenes de las lluvias, o bien a las insuficiencias de la documentación.

Se sobreentiende que las concordancias mismas no podrían rebasar un marco de espacio relativamente restringido. Los inviernos rusos o japoneses, por ejemplo, no ofrecen necesariamente (¡muy lejos de ello!) conformidad anual con los inviernos occidentales. Porque las condiciones meteorológicas, el reparto y la influencia de las masas de aire pueden producir, en un mismo período, efectos diversos y hasta opuestos, según las longitudes.

Planteado lo anterior, cuando las discordancias se presentan en regiones vecinas unas de otras, deben provocar reserva y poner en guardia acerca de la validez de algunas secuencias, sobre todo en las del siglo XI. Porque las imprecisiones de algu-

[98] *Cf.* los numerosos textos, flamencos y franceses, agrupados en la colección de Easton, 1928, pp. 90-91.

[99] Acerca de este tema, *véanse* los diagramas XVI-5 y del XVI-1 al XVI-4.

nos textos medievales vuelven "flotante" con frecuencia, en cerca de un año, la cronología de los inviernos,[100] y confieren a estas series más antiguas un carácter aleatorio, en la misma opinión de los historiadores que las elaboraron.

Por último, en ciertos casos (Rusia, diagrama XI-5), no se cuenta más que con una serie de acontecimientos. Las pruebas de concordancia son inaplicables entonces, y la serie que se integra así no tiene más que un valor de espera. Induce a la nueva información y, desde luego, a la prudencia crítica.

Última dificultad: la noción cuantitativa de lo relativo a los acontecimientos. En efecto, es necesario intentar en lo posible la obtención de alguna jerarquía aunque sea borrosa.[101] En cuanto a los inviernos, por ejemplo, un simple episodio frío que dure varios días o hasta varias semanas, no puede compararse con una verdadera estación glaciar que petrifica los ríos y hiela de muerte a los olivares. A manera de ejemplo, tenemos en una de las series (inviernos, Mediodía francés; XVI-4), el sistema de anotación que se adoptó tratándose de los rigores invernales. Es un sistema de tres niveles: pequeños rectángulos blancos que representan los simples episodios fríos, que pueden ser muy poco significativos (caídas de nieve, heladas breves). Rectángulos medianos: los fuertes rigores que matan los olivares, las cepas de las viñas (por ejemplo: 1591 y 1600). Por último, rectángulos alargados: los grandes inviernos, en los que el Ródano es atacado por los hielos hasta Arles o Aviñón, para llevar patinadores, cañones o carretas, fenómeno rarísimo en el siglo XX, entre 1900 y 1960, y bastante frecuente, por lo contrario, en la segunda mitad del siglo XVI. Hyacinthe Chobaut lo confirmó de acuerdo con los libros de cuentas que llevaban al día los notarios de Comtat.[102]

C. Easton adoptó un sistema un poco más complejo, conforme a criterios bastante análogos, en su gran investigación acerca de los inviernos de Europa occidental.[103] Gordon Manley se inspiró en él para hacer su propia investigación sobre los inviernos

[100] En efecto, no siempre es posible efectuar aquí la indispensable distinción entre los fríos de enero y febrero, y los de diciembre, que normalmente deberían ser puestos en la cuenta del año siguiente.

[101] No hemos obtenido esa jerarquía tratándose del siglo XI, sino solamente del siglo XVI, cuando los textos son bastante nítidos, circunstanciados, precisos y también bastante numerosos para permitir, en el mismo año y la misma región, determinadas comprobaciones.

[102] Manuscritos Chobaut, conservados en el Museo Calvet de Aviñón; expedientes relativos a los episodios meteorológicos.

[103] Easton, 1928, p. 200, nota 1.

ingleses del siglo XVI (XVI-3). Esas anotaciones ofrecen cierta base objetiva (el hielo total en un gran río mediterráneo implica mucho: el paso de un umbral térmico muy bajo, significativo de un gran invierno); pero, inevitablemente, interviene una parte de subjetividad en los juicios de valor de esta especie.

¿Es posible prolongar más la investigación, y dar forma decenal a las series de acontecimientos, que permita lanzar una mirada sobre la larga duración? H. Lamb lo intentó con un método simple: [104] determinó el excedente de inviernos considerados como suaves, sobre los inviernos rudos, en cada decenio, partiendo de fuentes de acontecimientos; o, en forma inversa, el excedente de inviernos rudos sobre los inviernos suaves. Las gráficas en forma de histogramas decenales que integró así, se extienden a través de varios siglos, y dan un informe rápido acerca de la duración multisecular. Aquí mismo se encontrarán reproducciones de sus trabajos correspondientes a los siglos XI y XVI: gráficas de temperatura invernal y también gráficas de precipitaciones, construidas de acuerdo con un método análogo (XI-6 y XI-15; XVI-8, XVI-24 y XVI-33). Sus diagramas se refieren a Europa occidental, central u oriental según el caso.

Hemos enumerado hasta aquí, yendo de lo cuantitativo a lo cualitativo, y de las series a los acontecimientos, las diversas fuentes posibles para estudiar el clima. Todas esas fuentes, de naturaleza y valor variables, tienen un punto en común, informan directamente sobre determinados aspectos de los fenómenos climáticos. A estos datos, que pueden calificarse de primarios, se enfrentan las series secundarias o derivadas, que informan no ya acerca del clima mismo, sino sobre los efectos que éste provoca: efectos agrícolas, principalmente, que interesan de modo más especial a los historiadores de la economía. Las apreciaciones sobre las cosechas, las menciones de escasez, corresponden a estas series y, en cierta medida, a los extremos cíclicos de los precios cerealeros, haciendo abstracción del largo movimiento de éstos, como es debido. Con esa intención, E. Helleiner presenta listas de hambrunas, escasez o carestía de granos en el siglo XVI, elaboradas con la ayuda de textos o publicaciones estadísticas sobre precios (XVI-32). David Herlihy y otros autores aportan series de hambrunas del siglo XI, a partir de textos (XI-20 a XI-22), pero la falta de documentos no han podido relacionar estas hambrunas medievales con el año de cosecha. Las cronologías son mucho menos rigurosas en el siglo XI que en el siglo XVI, como siempre.

[104] H. Lamb, 1961, pp. 152-156.

Emili Giralt empleó otro método, que se prefiere cuando es posible. Da simplemente "el fenómeno cuando se produce", y "hace visible" en el diagrama XVI-31, año de cosecha tras año de cosecha, el precio del trigo en Barcelona, de 1499-1550 a 1599-1600, y muestra, partiendo de series cuantitativas de cosechas excepcionalmente conservadas entre 1532 y 1548, que las fluctuaciones cíclicas de precios en Barcelona dependen, entre otras variables, de las fluctuaciones concomitantes de las cosechas en la región de Cataluña.[105]

Sin embargo, el precio del trigo en el siglo XVI es consecuencia a largo plazo, de la revolución de precios, que nada tiene qué ver con el clima. Para devolver a la fuente barcelonesa su significación ecológica y climática es necesario "purgarla" del movimientos secular, y no conservar de éste más que las fluctuaciones cíclicas, influidas directamente por la meteorología y las cosechas. Esto lo logramos (diagrama XVI-31) empleando una media móvil de nueve años; el diagrama XVI-31 da en cada año del siglo XVI y a los precios del grano catalán, la diferencia anual con esta media móvil o, dicho de otro modo, las fluctuaciones cortas. Una serie elaborada así es tanto más interesante cuanto que puede compararse, en las mismas tierras, con las Rogativas catalanas; éstas ponen de relieve, como vimos, un elemento fundamental de la ecología mediterránea del trigo: la aridez.

Las series primarias y secundarias que hemos examinado nos conducen al término del estudio de las fuentes. ¿Cómo clasificar ahora el importante material –50 o 60 curvas– que se ofrece a los historiadores del clima? Nosotros hemos adoptado una clasificación por siglo, por estación y por país.

Por siglo, dos grandes cuadros: siglos XI y XVI.

Por estación: Pudieron desglosarse las informaciones del siglo XI sólo en tres grupos, inviernos, veranos, e informaciones generales –éstas son valederas para todo el año; se toman en conjunto. La clasificación del siglo XVI, mejor conocido, es más fina y se presentan cinco grupos de series, inviernos, primaveras, veranos, otoños e informaciones generales. En cada uno de estos grupos nos esforzamos por distinguir las series relativas a las temperaturas y las correspondientes a las precipitaciones; en los diversos diagramas, el color blanco indica, según el caso, el frío, la humedad o la mala cosecha. Los rectángulos negros, por lo

105 Anexo 15, diagrama XVI-31.

contrario, están reservados a las diferencias gráficas hacia el calor, hacia la sequía o hacia la abundancia de cereales.

Sin embargo, en Cataluña se ha observado una excepción de esta regla. El trigo teme más a la sequía que a la lluvia. En consecuencia, la carestía y la escasez catalanas están representados por rectángulos negros: la abundancia de cereales, a la inversa, está simbolizada por el blanco. ¿Por qué estos refinamientos? Porque comparar las carestías con las Rogativas (sinónimos de sequedades y que se encuentran marcadas en negro por ese hecho) se facilita con esta similitud de los colores (XVI-30 y XVI-31).

Resolvamos algunos problemas relativos a las atribuciones estacionales que podrían aparecer, de primera intención, arbitrarias o litigiosas. Desde luego en las series de *tree-rings,* los diagramas "nórdicos" (Laponia-Alaska), que se refieren a las temperaturas de la bella época, se incluyen dentro de los grupos "verano"; los diagramas "meridionales" (suroeste árido de Estados Unidos), que integran las condiciones pluviométricas de todo un año, quedan afectados en el grupo de "informaciones generales".

Por lo que se refiere al Nilo, las variaciones de las crecidas significan lluvias de verano más o menos abundantes en Abisinia. Por lo contrario, los datos de estiaje acusan las precipitaciones anuales de África ecuatorial, regularizadas por la "reserva" de los grandes lagos africanos del centro.[106] Los diagramas XI-16 y XI-17 van por ello a integrar respectivamente, al grupo "veranos" y al de "Informaciones generales" del siglo XI.

Por último, las series glaciológicas (primarias) y las secuencias de hambrunas y de carestías (secundarias), en los diferentes campos no pueden reducirse, tanto unas como otras, a determinada influencia estacional; están influidas por los elementos —temperaturas o precipitaciones— que afectan a todos lo meses del año. Estas series tan diversas se incluyen unidas dentro del grupo "Informaciones generales", que forma la parte inferior de los dos grandes conjuntos.

En el interior de cada grupo estacional se imponen las bases de una clasificación regional. En principio, tratándose de una estación determinada, los diagramas van de oeste a este: América, después Europa occidental y central, y luego Rusia, o aun Europa occidental, Riga y Japón.

Así se presentan nuestros cuadros. Pretenden reunir de mane-

[106] C. E. P. Brooks, 1949, pp. 328-330.

ra racional, el máximo de informaciones disponibles cuando éstas pueden formar serie.

2. *Elementos de interpretación*

Después de los métodos, los resultados: la interpretación de los diagramas. Comencemos por el período mejor conocido, el más desbrozado, que es el siglo XVI.

En la serie "glaciares alpinos" (XVI-34) se observan los elementos más sugestivos dentro de este intervalo de tiempo: el empuje de la expansión glaciar entre 1546 y 1590, y después el máximo histórico de los glaciares alrededor de 1600. Máximo que iguala y rebasa con frecuencia los máximos de la época siguiente (en 1643, 1820 y 1850).

Estos fenómenos revelan que el clima de fines del siglo XVI posee ciertos elementos y matices que lo diferencian ligeramente del que corresponde al siglo XX, a pesar de la analogía de conjunto. ¿Temperaturas medias más bajas, como hacia 1850? Es posible. La diferencia puede llegar hasta un grado centígrado en las medias anuales según trabajos recientes.

Estas diferencias térmicas, como lo mostró Hoinkes en el coloquio de Obergürgler, actúan en realidad sobre los glaciares a través de diversos factores; así, los veranos frescos, desprovistos de insolación –y nevados en la alta montaña–, contribuyen a paralizar la fusión y, por ese hecho, a favorecer el crecimiento del glaciar. La falta de ablación en el transcurso de esos veranos desagradables, se traduce, con diferencia de cuatro, cinco a diez años, en un avance marcado de las lenguas terminales, que arrollan los frentes morrénicos y, en casos extremos, sumergen los bosques o hasta algunos hábitats.

Nuestros diagramas de fines del siglo XVI no contradicen los puntos de vista de Hoinkes. La secuencia de veranos desagradables aparece claramente en la curva de las vendimias (la precocidad en éstas depende del índice heliotérmico). La serie de veranos frescos de 1592-1601 es la más marcada del siglo XVI; está muy señalada en toda Francia dentro del diagrama XVI-16, y parece referirse a toda Europa occidental, pues tiene una cronología muy semejante en Inglaterra y hasta en Laponia finlandesa. De acuerdo con el esquema de Hoinkes, este decenio de veranos frescos a partir de 1592, induce al apogeo glaciar que aparece, con una diferencia de seis años, en 1598-1602 (XVI-34).

De un modo más general, toda la segunda mitad del siglo XVI

está marcada por la menor frecuencia de primaveras-veranos cálidos o ardientes;[107] esa rareza disminuye la ablación de los hielos y favorece grandemente el *empuje* alpino de expansión glaciar.

Debemos mencionar nuevamente el factor invernal también. Los inviernos prolongados, muy nevados, que alimentan más abundantemente a los glaciares y favorecen la acumulación, según Hoinkes, son factores esenciales de imperialismo glaciar. ¿Qué acontece con nuestros inviernos del siglo XVI? Tomemos los diagramas sucesivamente. Easton incluye diecisiete inviernos considerados como suaves por sus contemporáneos, entre 1500 y 1550, y solamente seis entre 1550 y 1600 (diagrama XVI-1). Sin embargo, como ya vimos, aumenta la documentación en la segunda mitad del siglo XVI.

De manera análoga, se observa una disminución radical del número de inviernos suaves, de la primera a la segunda mitad del siglo, en Bélgica, Inglaterra y el sur de Francia (XVI-2 a XVI-4). Al mismo tiempo, ejemplos precisos sugieren una menor suavidad y un marcado rigor invernal en la segunda mitad del siglo XVI. Como caso típico que ya mencionamos, tomemos el congelamiento total del Ródano en el Mediodía mediterráneo de Francia; congelamiento para soportar cañones y carretas que se presenta en 1556, 1565, 1569, 1571, 1573, 1590 y 1595. Ahora bien, en la primera mitad del siglo XVI, en la que están ya muy surtidas las series de informaciones, no se menciona ese fenómeno más que una sola vez (1506).

Otro hecho significativo es la helada mortal de los olivos, que implica también el salto hacia abajo de un umbral térmico muy deprimido. Este congelamiento es mucho más frecuente en Francia mediterránea durante la segunda mitad del siglo XVI (1565, 1569, 1571, 1573, 1587, 1595 y 1600), que en la primera (1506 y 1523), o que en el siglo XX (1914, 1929 y 1956).

¿También son inviernos nivosos esos inviernos fríos? Mucho parece. Tomemos el caso del decenio 1565-1574, uno de los más glaciales de los tiempos modernos, pues en diez años está señalado por cuatro congelaciones prolongadas del Ródano y por cuatro mortandades de olivos (1565, 1569, 1571 y 1573). Este decenio rudo fue también un decenio nevado. El Diario de Haller es terminante a este respecto. El porcentaje de días de nieve —en comparación con el número total[108] de días de invierno que

[107] *Supra*, pp. 322-325.
[108] Diagrama XVI-11.

resaltan por sus precipitaciones lluviosas o de nieve– se mantenía regularmente por abajo del 50%, de 1551 a 1560. Por lo contrario, de 1564 a 1577, fecha en que termina el Diario de Haller, este umbral de 50% es ampliamente rebasado cada año. Los inviernos suizos son así extremadamente nivosos, durante cerca de quince años; y las neveras y los glaciares alpinos están probablemente sobrealimentados mientras dura este período. Tenemos así una explicación suplementaria del *empuje,* decididamente sobreprovocado,[109] de expansión glaciar que se abre paso en los Alpes desde 1570-1580 y que culmina a fines del siglo. Estas nieves abundantes nutren a los glaciares corpulentos y se desencadenarán hacia 1600 sobre varios caseríos de Chamonix o de Grindelwald.

Sea lo que sea, este enjambre de inviernos rudos parece que no representa un hecho aislado, ni geográfica ni cronológicamente.

Geográficamente: el invierno en Riga, de 1550 a 1600, simbolizado por la barrera de hielo del puerto, dura en promedio nueve días más que en el siglo XX (1880-1950). Lo mismo acontece en Japón: [110] de 1560 a 1680, los hielos se apoderan del lago Suwa todos los años, lo que está muy lejos de ser el caso en la época contemporánea. Además, este hielo japonés es más precoz hacia 1560-1680 de lo que será en el período 1702-1950 (XVI-6 y XVI-7).

Cronológicamente: la secuencia de inviernos rudos, que se observa después de 1550 no deja de tener equivalencia en la historia meteorológica más reciente. En efecto, sabemos que el período de suavidad invernal –tan apreciada en todas las series meteorológicas de la zona templada, entre 1900 y 1950,[111] en las antiguas curvas térmicas ha estado precedida por un período inversal más rudo (1840-1880), asociado (como en el siglo XVI) con glaciares más voluminosos que en nuestro tiempo. Las más viejas series meteorológicas revelan también, a fines del siglo XVIII y a principios del XIX, un rigor invernal mucho más marcado que en la primera mitad del siglo XX.[112] Nuestros in-

[109] *Cf. supra*, pp. 315-316 y 322-325.

[110] *Cf.* a este respecto, a Arakawa, 1957, p. 48 (parte izquierda de la gráfica) y 1954, pp. 156-161.

[111] J. Murray Mitchell, 1961; *cf.* sobre todo las gráficas de las figuras 1, 2 y 3 de este artículo, y gráfica VII.

[112] La diferencia es de 1°C en las medias invernales, en beneficio del siglo XX.

Ver principalmente entre estas series, las de Holanda (enero), Lancashire (enero), Edimburgo (invierno), Estocolmo (enero), Leningrado

viernos rigurosos de 1550-1600 pertenecen, muy probablemente, a la misma familia meteorológica que los inviernos rudos de la época moderna o contemporánea; pero éstos son conocidos con mayor exactitud gracias a las series precisas de observaciones termométricas.

Hasta aquí hemos considerado solamente algunos aspectos de nuestras series, cuya interpretación parecía más clara y relativamente más simple; ese era el caso tratándose de los empujes glaciares del siglo XVI y de su cortejo de antecedentes climáticos. Pero hay muchos otros fenómenos que sugieren la lectura de los diagramas, y que plantean otros tantos problemas a la atención de los investigadores. Así las primaveras frías y húmedas, alrededor de 1570, en Bélgica, el sur y el norte de Francia y Cataluña (XVI-12 a XVI-14); la aridez marcada en el país catalán, de los años 1530-1550 (XV-30); y viceversa (en la misma época del empuje glaciar alpino), la disminución de las sequías (¿necesitamos decir aumento de lluvias?), siempre en Barcelona, durante el decenio de 1590. Estos fenómenos corresponden a determinados datos documentales, mencionados ya por Fernand Braudel y Jean Delumeau.[113] Viniendo de nuestros diagramas, representan otras tantas sugerencias que, por último, convendría comprobar sin ánimo preconcebido.

Tratándose del cuadro que se refiere al "siglo XI", el balance es crítico más que verdaderamente positivo. La cronología glacial del carbono 14, por muy sugerente que sea, es demasiado débil para proponer por sí misma indicaciones de investigación acerca de cualquier serie estacional. Estas mismas series, aunque fueron elaboradas muy cuidadosamente por sus autores, suscitan discusión debido a su naturaleza; unas, las más valiosas, se elaboraron a partir directamente de las fuentes (XI-1, XI-9 y XI-20). Las otras utilizan las colecciones de textos, que son siempre útiles y que a menudo se editaron en el siglo pasado (XVI-2). Se deduce que las concordancias de estas series pueden provenir del empleo puro y simple de un mismo texto, de primera o de segunda mano. Las pruebas de concordancia, aun cuando son positivas, no significan prueba necesariamente.

Por lo que se refiere a las series cuantitativas del siglo XI (hidrología del Nilo y dendrología norteamericana), las zonas climáticas que incluyen están demasiado separadas entre sí y

(enero), Arkangelsk (enero), New Haven, Estados Unnidos (invierno). Se encuentran en forma de diagrama, en H. W. Ahlmann, 1949, y H. C. Willett, 1950.

113 F. Braudel, 1966, pp. 248-249; J. Delumeau, 1959.

muy alejadas de Europa occidental para que sus comprobaciones sean legítimas y posibles y para que aparezcan los elementos de un cuadro de conjunto.

En suma, dentro de nuestros estudios sigue siendo el siglo XI una mina abierta: las series que le conciernen reclaman confirmación o refutación, pero cuyas conclusiones sean sólidas y firmes.

Solamente en el segundo cuadro, que es el más reciente (siglo XVI), han podido desprenderse algunos elementos de visión de conjunto, en forma por completo provisional.

Queda por dilucidar un último punto. Hasta aquí sólo hemos hecho la historia climática pura, pretendiendo establecer un mínimo de hechos; ahora es conveniente tratar de pasar de las series primarias (hechos climáticos en bruto), a las series secundarias (hechos ecológicos, influencia del clima sobre la actividad humana).

En algunos casos extremos (zonas áridas), este paso a lo humano podría ofrecer cierta simplicidad. Válganos el ejemplo de la dura sequía que castigó inmisericorde durante 20 años (1570-1590) al suroeste de Estados Unidos (XVI-28). Llegó, en el espacio de una generación con una momentánea "desertificación" a tener un descenso de 20% en el volumen de lluvias, en relación con su nivel del siglo XX y estorbó la pobre agricultura, cuya base era el maíz, con lo que posiblemente contribuyó a hacer que retrocedieran determinados hábitats o a que se abandonaran los *pueblos*.[114]

Sin embargo, en las sociedades europeas del siglo XVI no tiene esta simple brutalidad al efecto del clima; afecta gradualmente al nivel de cosechas y la producción agrícola.

A este respecto comparemos lo que es más inmediatamente comparable en el viejo mundo. Las series de Emili Giralt dan en Barcelona, por una parte, el elemento decisivo del clima local del trigo (la sequía, estación por estación y después en total); y por otra parte, el movimiento año-cosecha de los precios del trigo: el precio de siega. Son dos curvas las que deben confrontarse; una, ecológica, la otra, económica. ¿Con qué bases puede efectuarse esta confrontación?

La sequía es nefasta para el trigo en el clima mediterráneo. En otoño paraliza las labores de siembra. En primavera mata

[114] *Proceedings...*, 1962, pp. 18 y 19 (informe de la sección de antropología).

la futura espiga, priva de cosecha a los labradores, y a veces de semilla para el año siguiente. En toda estación impide las labores de barbecho. Las sequías que aparecen durante un año-cosecha, digamos 1548-1549, actúan así principalmente sobre la cosecha de junio de 1549 y, en forma accesoria, sobre la de junio de 1550.

En lo que toca a los precios, la acción de las sequías se difiere con mucha frecuencia, pues se retrasa en un año-cosecha hacia abajo. En efecto, si tomamos nuevamente la sequía del año-cosecha de 1548-1549: destruyó en parte la siega de junio de 1549, y redujo así la oferta de granos durante los doce meses siguientes (en los que debería esta oferta dominar normalmente en el mercado). La sequía de 1548-1549, si compromete la cosecha de 1549, lógicamente hará saltar los precios del grano en el año-cosecha 1549-1550. La sequía mediterránea puede actuar por tanto, en un calendario que se funde en el año-cosecha, ya sea sobre el precio del año o sobre el del año siguiente que es el caso más probable.

Esto es lo que se produjo en Barcelona en el siglo XVI. Los grandes extremos cíclicos del trigo catalán,[115] después de 1525, siguen en un año a las grandes sequías. La gráfica XVI-31, donde la escala cronológica de los precios tiene diferencia de un año hacia arriba en comparación con la de las "Rogativas" (XVI-30), demuestra este fenómeno: las carestías, en XVI-31, responden a las sequías, en XVI-30.

Estos ejemplos se refieren solamente a la ecología mediterránea o árida. Si hemos podido presentarlos, ha sido gracias a los trabajos de Emili Giralt que, en el marco del año-cosecha y en los mismos territorios, permiten comparaciones precisas y rigurosas entre el clima y la cosecha, la sequía y la variación de los precios. Los factores que limitan el rendimiento del trigo son muy diferentes en las zonas más septentrionales. El exceso de humedad es el mayor peligro para las cosechas en clima parisiense o londinense. En clima báltico, es el frío, la insuficiencia de factores heliotérmicos durante los "años verdes" en los que madura mal el grano por falta de calor o de iluminación. Las series de Aspen proporcionan varias indicaciones en este sentido (comparación de los diagramas XVI-16 a XVI-18 y XVI-32); asimismo, parece muy marcado el decenio de 1590 por algunos desastres agrícolas en Europa oceánica y templada. Pero estas

[115] Prescindiendo como siempre en el siglo XVI del movimiento secular del alza que depende de los factores económicos demográficos o monetarios que se ponen en juego dentro de la revolución de los precios.

series septentrionales no tienen la finura de los diagramas catalanes, ni su precisión cronológica y regional. En el presente estado de las investigaciones no es posible hacer ninguna conclusión sistemática respecto a la ecología de las cosechas en el siglo XVI, dentro de los territorios de Europa noroccidental; y en ese caso, los efectos sobre el hombre, aunque se presumen con facilidad, permanecen mal conocidos. No se excluye, pero tampoco se ha probado absolutamente, que los años fríos de fines del siglo XVI hayan provocado una serie más intensamente marcada de malas cosechas en el norte de Europa.

A fin de cuentas tendría que hacerse la interpretación propiamente climatológica de los datos mejor establecidos de hecho. El historiador carece de vocación para precisarla, y es un meteorologista, R. Shapiro, quien presenta algunas hipótesis a este respecto,[116] fundadas en las teorías actuales acerca de la circulación atmosférica de conjunto y en la cambiante distribución de las masas de aire y del *jet-stream,*[117] que intentan descifrar, por medio de cierto número de mapas sinópticos, las situaciones más contrastadas y menos mal conocidas, como la que se establece, por ejemplo, en la segunda mitad del siglo XVI (inviernos fríos y glaciares en crecida, en Europa occidental y central; años muy secos y "desertificación" en el suroeste de lo que es hoy. Estados Unidos). Por tanto, remitimos al lector,[118] a los mapas y al texto de Shapiro, que complementan lógicamente este breve comentario de los diagramas de Aspen.

En total, los medios artesanales —en el sentido más noble de esta expresión— que se emplearon en esta empresa colectiva, han llegado a resultados significativos pero limitados. Debería proseguirse la experiencia, ampliarse en el tiempo, mecanizarse; convendría ponerla en fichas perforadas, agruparla en series y unir entre sí, con múltiples correlaciones, las decenas de miles de informaciones climáticas diseminadas, que contienen los textos, inéditos o publicados. Se podría ver claro entonces; el empleo de las computadoras no está reservado a la meteorología del siglo XX.

[116] R. Shapiro, *Discussion of the Circulation Pattern, Winter, 1550-1600,* en los *Proceedings,* 1962, pp. 59-74 y mapas, pp. 91 y 92.
[117] Pedelaborde, 1957, pp. 75-91 y 402-424.
[118] *Véase* también *infra,* pp. 388-395.

VII. CONSECUENCIAS HUMANAS Y CAUSAS CLIMATOLÓGICAS DE LAS FLUCTUACIONES DEL CLIMA

Dos puntos quedarían aún por tratarse, con algunos detalles suplementarios, para completar esta obra. Es verdad que el primero de ellos rebasa un poco más el marco de este libro y que el segundo escapa a la competencia de un historiador actual.

Primer punto: la relación de la historia climática con la historia humana. He "rozado" este tema solamente de paso en las páginas anteriores y quisiera detenerme en él nuevamente, sin pretender ser exhaustivo (lo que exigiría una obra entera).

Ir desde el clima hasta los hombres o, dicho prosaicamente, desde las intemperies hasta las subsistencias; el problema es de meteorología agrícola. Lo mencionaré, estación por estación, limitándome a la esfera de los granos, que es básica para la economía tradicional.

¿Cuál es la repercusión del invierno sobre los rendimientos? Los estudios de meteorología agrícola son unánimes tratándose de Francia: el invierno frío, salvo rigor excepcional, no es peligroso, sino al contrario, favorable a un buen rendimiento de los cereales; en Seine-et-Oise, "Tomando en consideración que la normal del invierno es de 3.8°, los años en que la temperatura media es inferior a 3° se tienen excedentes en las cosechas; y en aquellos en que la temperatura invernal es superior a 5° son deficitarios". Estos resultados de un estudio estadístico de J. Sanson,[1] referente a treinta años (1901-1930), se confirman con la observación[2] y con la práctica agrícola.[3]

En realidad, el invierno nefasto no es, en la mitad norte de Francia, el invierno rudo, sino el invierno lluvioso; esto es cierto en Seine-et-Oise, pero lo es más aún en un departamento como el de Loire-Atlantique, donde las lluvias de invierno ejercen una influencia frecuentemente despótica sobre las cosechas,

[1] Sanson (O.N.M.), p. 3.

[2] Geslin, 1954, p. 30; Ratineau, 1945, pp. 53-57.

[3] La exposición de las semillas en bajas temperaturas permite la "vernalización" de los trigos de invierno, que son en adelante susceptibles de sembrarse en primavera.

que se anuncian como buenas cuando el invierno es seco, y mediocres en el caso contrario.

Para referirnos a los siglos XVII y XVIII, diremos que el carácter de sus inviernos, probablemente más rigurosos que ahora, no debieron dañar las cosechas, con excepción de los fríos extremos, como los de 1709 y 1789. La tendencia a los inviernos fríos y a los glaciares más voluminosos, que muchos autores han descubierto a partir de 1540, tendencia que persiste entre 1600 y 1850, no ha sido catastrófica desde el punto de vista económico. La explicación de la larga "crisis" del siglo XVII, hipotética o real, por ahora no parece que deba buscarse de ese lado, según el actual estado de nuestros conocimientos.

Sin embargo, parece que el caso de los países nórdicos debe situarse aparte; el frío invernal demasiado vivo en ellos constituye un obstáculo para el cultivo de cereales, y un *trend* de inviernos rigurosos pudo traerles consecuencias graves, mientras que ha sido prácticamente inofensivo o aun favorable en Francia.

Por otra parte, ¿cuál es la acción de la primavera y del verano —es decir del período vegetal de crecimiento, que sigue a la estación muerta (invierno)— sobre los rendimientos de los cereales? En los países del Norte, esta acción es simple y proviene esencialmente de las temperaturas: un período vegetativo cálido, en particular un verano caliente, es la mejor garantía para una buena cosecha. Esto es válido para Suecia [4] y para Finlandia.[5] Por lo contrario, el déficit térmico del período vegetativo acarrea en estos países el déficit de los cereales; en el límite están los famosos años "verdes", en los que no madura el trigo, se queda verde y se pudre de pie. Años de hambruna en Escandinavia: 1596-1602, 1740-1742, por ejemplo.[6]

Más al sur, en la Gran Bretaña y en Francia, la influencia del clima, de marzo a agosto, es más compleja. En primavera, ciertamente, el calor y la luz siguen siendo factores esenciales. Si las condiciones invernales no han sido desfavorables durante el inicio, en Seine-et-Oise, basta una insolación primaveral insuficiente y una temperatura media inferior a 9°C para comprometer seriamente las posibilidades de la cosecha.[7] Una pri-

[4] Estudio estadístico acerca de los rendimientos de tres variedades de trigo de invierno, durante veintisiete años en Suecia (1890-1917), en Wallen, 1920, pp. 332-357 y gráficas p. 344.

[5] I. Hustich, 1949, pp. 90-105. El cuadro estadístico (correlación de las cosechas finlandesas de cereales entre 1886 y 1939, y las temperaturas de junio, julio y agosto) está en la página 92.

[6] Oyen, 1906; Utterström, 1955.

[7] Sanson (O. N. M.), p. 34.

mavera cálida y asoleada es, por lo contrario, de buen augurio para los cereales de invierno y para los de primavera; [8] favorece la maduración de unos y la siembra de los otros.

En cambio, las precipitaciones en las cuencas de París o de Londres representan desde el verano un papel decisivo en el rendimiento final de los granos. No es que sea necesario temer a la sequía o a la debilidad de las precipitaciones, como podría hacer creer alguna tradición literaria de origen mediterráneo, sino muy al contrario, en estas latitudes a lo que debe temerse es al exceso de lluvias: en Seine-et-Oise y Loire-Atlantique basta que las lluvias rebasen simplemente la media anual de verano hasta la cosecha —incluyendo la recolección de granos— para que ésta, aun estando bien preparada por las condiciones invernales y primaverales favorables, se vuelva deficitaria. Porque la lluvia es la *caída* y la podredumbre del grano. Por lo contrario, el verano seco, dañino para la ganadería, se revela favorable tanto a los cereales de invierno como a los de primavera. En Inglaterra, donde la cosecha es más tardía que en Francia, y con frecuencia tiene lugar en septiembre, la sequedad del verano es factor importante del alto rendimiento cerealero. No sólo actúa sobre las cosechas del año, sino también sobre las del año siguiente, lo que permite que se efectúen las siembras en buenas condiciones.[9]

El trigo británico, y el francés de la mitad Norte, exigen pues un verano seco y no especialmente cálido.

Pero esos datos son todavía demasiado vagos. Convendría refinar, precisar más. Slicher van Bath ha dado, en un excelente artículo, detalle tras detalle, el "retrato-robot" del clima ideal del trigo.[10] Su monografía vale, sobre todo, para Holanda e Inglaterra. Tal cual, mostrará la complejidad de las correlaciones entre clima y cosechas.

[8] M. Garnier (1956): este autor estudia la influencia de las condiciones meteorológicas sobre el rendimiento de la cebada de primavera, según los rendimientos anuales (1935-1954) de los campos de experimentación (situados en el Oeste y en la cuenca de París), de la Sociedad de Fomento a las Cebadas de Cervecería.

[9] Hooker, 1922

[10] Sliche van Bath, 1965.

Clima ideal del trigo en Holanda e Inglaterra
(Cuadro tomado de Slicher van Bath, 1965, p. 9)

1. Fin de septiembre	Bastante húmedo
2. Octubre, noviembre, hasta el 20 de diciembre	Bastante seco, tiempo no muy suave
3. 21 de diciembre hasta fines de febrero	Bastante seco, un poco de nieve, no hay helada por abajo de —10°, ni viento violento
4. Marzo	La helada es peligrosa una vez que ha comenzado la germinación
5. Abril	Regularmente un poco de lluvia, sobre todo para las simientes de primavera; insolación
6. Mayo hasta el 15 de junio	Cálido, pero sin oleada de calor; todavía con bastante lluvia
7. Del 16 de junio al 10 de julio	Fresco, cubierto, sin mucha lluvia
8. Fines de julio, agosto y principios de septiembre	Seco, cálido y asoleado, sin oleada de calor

Esta descripción, tan detallada, es sugerente; subraya también, a su manera, los efectos, favorables con frecuencia, que producen la sequía y la temperatura, cuando ésta es suficientemente cálida entre el 21 de diciembre y la cosecha. Sin embargo, este modelo exige complemento posible sobre un punto. Porque interesa de modo esencial a los cereales *contemporáneos*, a las simientes prodigiosamente seleccionadas. Pero ¿no informa del todo acerca de los cereales de otro tiempo, que afrontaban, desarmados, el clima, con un equipo técnico y genético mucho menos adelantado que ahora? Puede formularse esta pregunta.

John Titow proporciona los elementos de una buena respuesta a esa pregunta a propósito del siglo XIII.[11] Obtuvo sus textos climáticos de las cuentas anuales del obispado de Winchester, que poseía residencias en toda una diócesis: 800 textos aproximadamente, informan acerca del buen tiempo y de la lluvia, entre 1209 y 1350 respecto de cada estación. Sabemos por ejemplo que, en el verano de 1263, "tal campo de la mansión de Phillingebere no ha sido segado por causa de la gran sequía" (*in*

[11] Titow, 1960.

prato de levando et falchando nihil hoc anno propter magnam siccitatem); [12] en la resistencia Weregrave, durante el invierno de 1222, "no fueron sembrados once acres de un campo de avena por causa de la inundación de agua (*propter inundacionem aque*".[13]

Titow clasificó, "tabuló" todos estos datos, por año y por estación; y los comprobó con el rendimiento anual de los cereales (que también están indicados en las cuentas residenciales de Winchester). ¿Qué resultados nos da esta comparación?

Desde luego, las buenas cosechas (superiores en 15% sobre la media secular); estas ricas cosechas de Winchester son continuación de la secuencia estacional que vemos aquí:

Verano y otoño del año anterior: muy secos.
Invierno: rudo, o indeterminado (¿mediano?)
Verano: muy seco.

En cuanto a las malas cosechas, sobrevienen después de dos tipos diferentes de sucesión estacional:

Tipo I (húmedo):

Otoño del año anterior: húmedo o muy húmedo, que empapa los campos durante varias semanas.

Invierno: húmedo.
Verano: húmedo.

Tipo II (seco):

Otoño anterior: húmedo.
Invierno: indeterminado (¿mediano?).
Verano: seco.

Las precipitaciones, en conjunto, representan el papel más importante (Titow confirma a Slicher van Bath); es a veces su déficit, típico episodio de aridez veraniega, lo que induce la mala cosecha en el siglo XIII inglés. Pero, por lo general, es todo lo contrario: lo que debe temerse es su excedente. Cuando las tierras están impregnadas de lluvia en sucesivas estaciones, se

[12] Titow, 1960, p. 372.
[13] *Ibidem*, p. 374.

ahogan las simientes, se destruyen los nitratos naturales, cunden las malas hierbas, la espiga se cae antes de la cosecha, la gavilla se ennegrece y se pudre. A fin de cuentas, el exceso de humedad, en esta Inglaerra tan "acuosa", hace caer el rendimiento de los granos y puede preparar la gran hambruna de tipo medieval.

Las temperaturas, por su parte, no presentan marcada correlación con las cosechas. El mismo invierno frío es más bien favorable a los granos (salvo notorio exceso de rigor); lo vemos, por ejemplo, en Winchester en los años de 1236, 1248 y 1328. Una vez más, es la misma idea que debe repetirse: las grandes series de inviernos fríos, tal como se señalan en el curso de *Fernau,* no han sido forzosamente desfavorables para las subsistencias.

Alarguemos el debate: los factores que limitan el rendimiento del trigo varían geográficamente según las regiones de que se trate. Las condiciones climáticas adversas no son las mismas en el norte del Báltico, a orillas del Mediterráneo, o en la zona intermedia y templada que se intercala entre ambos mares.

En la Europa mediterránea, lo que hace disminuir el rendimiento del grano es principalmente la sequía.

En la otra extremidad del continente, en la Europa nórdica, la temperatura constituye al factor crítico, en todas las estaciones; una larga secuencia de años fríos puede dañar la economía agrícola en esta zona muy marginal.

Por último, entre ambas, en la Europa oceánica y templada, lo que representa el principal peligro es el invierno lluvioso, la primavera fría y húmeda, y el verano empapado, es decir la recurrencia de los años húmedos.

Podemos mencionar de otro modo las relaciones que hay entre el clima físico y la historia humana. Dejemos por un instante los finos análisis de meteorología agrícola. Tomemos la historia en sí, directamente por grandes temas y grandes fracciones de tiempo. ¿Hay un vínculo entre esa fluctuación secular del clima y el episodio mayor en la historia de los hombres: migración, larga fase de depresión o de expansión económica, etc.? ¿Han estimulado a las grandes roturaciones occidentales, las suavidades del año mil y de los siglos cercanos? ¿Han contribuido a la llamada "atonía económica" de esta época, los rigores del siglo XVII?

Preguntas fascinantes, pero de difíciles soluciones, porque no

son claros sus presupuestos ni se ha puntualizado su problemática. Una diferencia térmica de la media secular, inferior o cuando mucho igual a 1°C, ¿puede tener alguna influencia sobre las actividades y sobre la agricultura de los hombres que viven en sociedad? El problema ni siquiera está resuelto tratándose del siglo XX, tan bien conocido.[14] Es, *a fortiori,* insoluble cuando se trata de períodos anteriores, en los que son mucho mayores los márgenes de ignorancia; insoluble por el momento al menos.

En cuanto a las migraciones, su ambigüedad climática es total. Los germanos del primer milenio a.c. habrían dejado sus patrias originales, expulsados por el rigor del frío.[15] Los escandinavos anteriores al año mil habrían hecho otro tanto ¡pero por razones exactamente inversas! La suavidad del clima, al estimular su agricultura y por eso mismo su demografía, les habría por último obligado a exportar su excedente de guerreros. ¿Qué pensar de estas especulaciones contradictorias e indemostrables?

La oscilación de Fernau (fase multisecular de la crecida de los glaciares y de relativa frescura: 1590-1850), coexiste también con las fases de depresión económica (determinadas épocas del siglo XVII) y con fases de auge (siglo XVIII). ¿Cómo afirmar terminantemente que se trata de causalidad en esas condiciones?

En suma, la débil amplitud térmica de las fluctuaciones seculares, la ambivalencia y la autonomía de los fenómenos humanos que coexisten con ellas impiden, por el momento, señalar un vínculo causal cualquiera entre aquéllas y éstos. La actitud más sensata es abstenerse de enjuiciar, lo cual no significa escepticismo, mientras se espera un estudio exhaustivo, que no se sabe si es posible. Es suficiente para mí haber establecido en este libro varios fenómenos primarios de la historia climática pura; el fenómeno secundario, que es la incidencia humana, corresponde a otra investigación que no se ha emprendido aún.

O más exactamente, esa investigación no se ha emprendido con relativo éxito más que en dirección de una región marginal que es el suroeste árido de Estados Unidos. R. Woodbury propuso en 1961 interesantes sugerencias relacionadas con ese sector geográfico, que definen las relaciones probables, establecidas entre las fluctuaciones locales del clima y los amplios movimientos demográficos de los indios, en los siglos XI al XVI.

Efectivamente, la arqueología nos da el *trend* humano en esta

[14] *Supra,* capítulo III.
[15] *Cf.* pp. 172-174.

región, y la dendrología indica las oscilaciones de la humedad. Entre estas dos series son concebibles determinados acercamientos.

Arqueología primero: las excavaciones y el carbono 14 fechan la agricultura india de Nuevo México y de Arizona precolombina. Se desarrolló un poco antes de nuestra era y llegó a su plenitud entre 700 y 1200 d.c., cuando se aglomeraron en grandes poblados los granjeros del "cultivo del desierto", que se alimentaban con calabazas, maíz y frijoles; luego declinó después de este apogeo medieval, y esta declinación, acerca de la cual debe insistirse, comienza poco antes de que termine el siglo XIII.

A partir de esa fecha, efectivamente, comienzan a reducirse las comunidades rústicas. Se instaura, irreversible, el abandono de las tierras, que continúa en los siglos XIV y XV. Inmensas regiones regresan al desierto en la cuenca del pequeño Colorado, del Gila y del río Bravo, en la Arizona este-central, en el sur y en el oeste de Nuevo México. En menos de tres siglos (entre el XIII y el XVI), cerca de dos terceras partes de la superficie cultivada desaparecen; la piel de zapa de las tierras no ocupa más que 220 150 Km² hacia el año de 1500, en lugar de los 595 700 que tenía hacia 1250... Prodigiosa deserción que carece de equivalencia en Europa. Cristóbal Colón, Cortés y sus conquistadores, sus matanzas y sus contagios, sus viruelas y sus sarampiones devastadores, nada tienen qué ver en estas catástrofes, que son anteriores a su irrupción. Todo aconteció antes de que llegaran los españoles, lo que no hará sino confirmar la decadencia del Sudoeste, que seguirá sin remedio hasta el siglo XX, a pesar de las súplicas de los indios, dirigidas en su totalidad hacia los dioses mágicos de la lluvia.[16]

En esas condiciones, ¿a qué imputar los factores iniciales de este descenso demográfico indígena? Sin duda es necesario referirse a toda una constelación de variables humanas y físicas. Entre éstas resalta un episodio de carácter climático que, si creemos a Woodbury, sería altamente explicativo en el caso; este episodio es la gran sequía, tan generalizada en todo el suroeste de los actuales Estados Unidos, durante la segunda mitad del siglo XIII. Los árboles son denunciantes irrefutables: entre 1246 y 1305, ocho estaciones de pino Douglas, pino Ponderosa y pino Bristeclone [17] se incluyen en las tabulaciones de Harold C. Fritts,

[16] Simmons, 1959.

[17] El arqueólogo J. Dean, cuando discute este problema, insiste sobre todo en la fase más aguda de la gran sequía, que se sitúa entre 1276 y 1299 (Dean, 1967).

las cuales se extienden en más de quince siglos. Ahora bien, las sequías del Sudoeste jamás han sido tan generales, tan continuas como durante estos 70 años (1246-1305) y principalmente de 1276 a 1299.

Los indios de esta región, sin embargo, habían procurado prevenirse contra la falta de agua. Entre 900 y 1100 de nuestra era, en la época de su mayor esplendor, estos granjeros ingeniosos habían inventado y luego generalizado, la irrigación y la división de los valles abruptos, en terrazas, con el fin de regularizar el derrame del agua. Pero el episodio árido que ocurrió entre 1250 y 1300, hizo fracasar esas débiles defensas y secó las tierras. Cayendo como rayo, sobre una población máxima en sobresaturación latente, comprometió las cosechas y diezmó a los pueblos, hasta el grado de invertir la tendencia demográfica.

No obstante, se cometería el error de llegar a los extremos y escenificar una causalidad solamente meteorológica. El monismo es peligroso siempre y, en este asunto, el clima no es el único en representar un papel, ya que el desarraigo de los pueblos de Arizona y Colorado prosigue mucho después de 1305, mucho después de que regresan las lluvias, y a través del siglo XIV, húmedo; la inversión de la tendencia demográfica sobrevive al episodio seco. El clima "perdió el control" sobre un acontecimiento que había simplemente contribuido a provocar y desencadenó una causalidad puramente humana, que prosiguió con la desaparición inexorable de campesinos. La historia no climática recuperó sus derechos muy rápidamente.[18]

Ése es, resumido brevemente y en su contenido sutil, el argumento histórico-climático de Woodbury. Lejos está, sin embargo, de alcanzar la unanimidad de los eruditos. En efecto, Jeffry Dean,[19] joven arqueólogo de Tucson, ha intentado recientemente volver a evaluar el problema del abandono de tierras en el Sudoeste de Estados Unidos durante los siglos XIII y XIV. Si confiamos en su análisis, la gran sequía de 1276 a 1299[20] no fue, a pesar de su intensidad, el único factor responsable de la decadencia medieval de la demografía de Arizona. Dean analiza, de modo preciso, el caso de los indios kayentas, que se instalaron en grandes poblados durante el siglo XIII, en el áspero cañón de

[18] Sobre este episodio ver a Woodbury, 1961, p. 708 y *passim; cf.* también a Fritts, 1965 a, pp. 875 a 877 y 1965 b, pp. 429 a 431.

[19] Dean, 1968. Tuve conocimiento de este trabajo inédito de Dean después de que apareció la primera edición de este libro (1967).

[20] *Cf.* p. 45.

Batatakin y en el de Tsegi; [21] después, hacia 1300, en el momento mismo de la gran sequía, abandonaron sus hábitats para ir a establecerse mucho más hacia el Sur, en la región montañosa de los hopi.

Si creemos a Dean, este postrer abandono no se explica más que parcialmente con la fuerte sequía de 1276-1299. El mayor factor que, por las buenas o por las malas, desalojó de sus tierras a los indios, fue la erosión que siguió a los desmontes sin límite, a la tala de bosques y a la simple implantación de la agricultura. Por primitiva que fuera ésta, estaba condenada no obstante a destruir, ineluctablemente, los suelos de estructuras demasiado frágiles. La erosión se caracterizó por generar la formación de barrancas, en el hecho de ahondar canales de derrame temporal o arroyos, que rompieron los suelos y, remontándose poco a poco hacia los cañones situados en lo más alto, socavaron y luego destruyeron la tierra laborable, e hicieron que se hundiera la capa freática (*water table*). Privados de agua para la irrigación y de suelo para la agricultura, los granjeros indios de Betatakin debieron inclinarse por último ante el hecho consumado: hacia 1300 dejaron la tierra, destrozada mortalmente, y que antaño habían desbrozado sus antepasados. La gran sequía de 1276-1299 constituyó simplemente, desde el punto de vista de las determinaciones desgarradoras, un elemento de provocación, un factor adicional: acabó de hundir en la desesperación a los labradores de los cañones y, por último, obligó a esa pobre gente a exiliarse más hacia el Sur, en las montañas de los hopis.

La incidencia humana en las fluctuaciones climáticas, en las que se acomoda el desmonte en el caso del término breve y de las hambrunas, es por tanto más delicado para medirse en el largo plazo. El ejemplo mencionado, que se refiere a los kayentas, muestra sin embargo que es posible, aun en este difícil aspecto, llegar a un juicio equilibrado. Cuando termina una investigación minuciosa, se encuentra integrada la fluctuación climática entre otros elementos causales que, por su parte, son de origen específicamente humano.

Segundo punto: otro tema, más fecundo que el anterior actualmente es la causalidad climatológica. Esta vez no se trata ya de ir partiendo de las fluctuaciones del clima secular señaladas, hacia lo hondo, hacia el efecto humano que se supone, hacia la

[21] Regiones situadas en el nordeste de Arizona.

incidencia histórica hipotética sino hacia lo alto, hacia las causas universales de estos amplios movimientos climáticos, hacia la climatología dinámica.

En ese campo, infortunadamente, el historiador no está ya en el suyo. Por lo menos el historiador actual, con las limitaciones que le impone su formación profesional.

Mientras se trata de exhumar textos, de integrar largas series, el historiador del clima hace obra de creador. Pero llega un momento en que es necesario *explicar* los fenómenos que se describen, en que debe considerarse la circulación general de la atmósfera, responsable de las oscilaciones climáticas. El historiador se transforma entonces de creador, en espectador. Puede mencionar solamente, a quienes lo lean, los datos más recientes que hayan obtenido las ciencias tradicionales de la naturaleza acerca de esos problemas.

Primer elemento: los episodios que se comprueban en los Alpes y en Occidente no pueden quedar aislados de un contexto mundial. Tanto en el siglo XVII como en el siglo XX, los glaciares de Islandia y de Alaska avanzan o retroceden, en larga duración, dentro de cierta sincronía con los de los Alpes.[22] Y hasta se observa, en los fenómenos más alejados entre sí, determinadas regularidades notables: del siglo XIII a fines del XVI, progresan los glaciares alpinos; ahora bien, en ambos casos se acompañan estos fenómenos europeos de una oleada de desecamiento largo y muy marcado en el sudoeste árido de los Estados Unidos; de 1210 a 1310, y de 1565 a 1595, disminuye el crecimiento de los árboles sensibles a la sequía, en Arizona, Colorado y California.[23] Los recientes trabajos de Shapiro dejan presentir en estos dos períodos y en estas dos regiones, el predominio de configuraciones barométricas mundiales, análogas y recurrentes.[24] La historia seriada de los glaciares y de las secoyas gigantes desemboca así, por último, en una historia sinóptica de la atmósfera.

Esta sinopsis tiene en adelante sus teorías, jóvenes, seductoras y a veces contradictorias. Digamos solamente dos palabras acerca de la historia de estas teorías, de sus articulaciones y de sus semejanzas. Quisiéramos sobre todo inducir al lector para que se remita a los trabajos de los especialistas más calificados.

[22] Se trata únicamente de una "tendencia general" y no de un sincronismo absoluto (Lliboutry, 1965, p. 731).

[23] Schulman, 1951 y 1956.

[24] Shapiro, 1962, pp. 59 y sigs., y Lamb, 1962, pp. 91 y 92.

En el desarrollo lógico de la evolución que iniciaron Rossby y Willet y prolongaron (fuera de los países de habla inglesa) H. H. Lamb [25], Flohn y Pedelaborde,[26] dio, desde este punto de vista, los cuadros más comprensibles y más amplios, que abarcaron la interpretación climatológica y las descripciones históricas tanto recientes como antiguas.

H. H. Lamb, que es historiador del clima, ve desenvolverse ante él la sucesión de las fases óptimas y pésimas. Es decir, por una parte el gran óptimo atlántico de la prehistoria, el breve óptimo de los alrededores del año mil, que duró varios siglos y, por último, el recalentamiento de nuestra época; y por otra parte, el pésimo "subatlántico" de la Edad de Hierro, hacia el año 500 a.c., y el pésimo de la época moderna que se inicia en torno del año 1200 d.c., culmina cuando tiene lugar el peor período de la *little ice age* (hacia 1550-1700) y cuyas fases de frío o de frescura más intensas se sitúan durante los años 1590, 1640 y 1690. Este decenio de 1690, cuyos rigores señaló ya este libro y que son conocidos por las temperaturas británicas y por las fechas de las vendimias francesas, y a propósito del cual cita Lamb este pasaje significativo de un historiador inglés:

> Los últimos seis años del reinado de Guillermo (es decir, el decenio de 1690) había correspondido a los "años caros" en la memoria escocesa; seis años consecutivos de tiempos desastrosos, en cuyo transcurso no quería madurar la cosecha. El país no tenía los medios de adquirir los alimentos en el exterior, de suerte que finalmente la gente moría de hambre... Las parroquias tuvieron así una baja de población. Por fortuna, tomará el relevo un ciclo de buenos años.[27]

Como culminación de un pésimo europeo, estos años de 1690, entretejidos de veranos terribles, de inviernos muy rudos, de cosechas destruidas y de hambrunas, se integran en una contextura más general. En efecto, si se sigue el análisis de Lamb, el hecho de que se alternen fases de pésimo y de óptimo en todas las épocas, se explica fundamentalmente en la medida en que se quiere emprender un análisis dinámico y, por lo mismo histórico, de la circulación general de la atmósfera. Este análisis se dedica, en particular, a definir el "flujo oeste" de la zona templada; este gran movimiento "zónico" y circular acarrea de

[25] Lamb, 1966.
[26] Pedelaborde, 1957, p. 75 *ss.*, y 403 *ss.*
[27] Trevelyan, 1942, p. 432, citado por Lamb, 1966, p. 5.

Oeste a Este, entre los paralelos 40 y 70, siguiendo las latitudes, las partículas de aire que cercan al globo como anillo.

Sabemos, a partir de los trabajos decisivos de Rossby (1947), que este flujo del Oeste está sujeto a inmensas variaciones que dominan la evolución del tiempo en América del Norte, el océano Atlántico, la Gran Bretaña y la Europa continental. Estas modificaciones y deformaciones afectan todos los componentes y características del flujo del Oeste.

Efectivamente:

1. Unos y otras conciernen, desde luego, a las posiciones en latitud, más o menos desviadas hacia el Sur o hacia el Norte, que ocupan en superficie (al nivel del mar) las trayectorias de las depresiones. Estas trayectorias, orientadas de Oeste a Este, efectivamente pueden, según los años, los siglos y el tipo de clima del momento, seguir los caminos que, tratándose por ejemplo del verano, son susceptibles de pasar por el norte de Escandinavia; o bien, por lo contrario, claramente más al Sur, sobre Escocia, Dinamarca y el mar Báltico.

2. Las deformaciones y variaciones citadas antes afectan, por otra parte, todo el espesor del flujo del Oeste (en altura) y principalmente lo que se llama *upper westerlies,* cuya acción se hace sentir *a 4 o 5 kilómetros de altitud.*[28] Estos *upper westerlies,* cuyos itinerarios Oeste-Este se encuentran ligados estrechamente a las depresiones en el nivel del mar, pueden también y correlativamente con éstas, seguir rutas que estén situadas ya sea más al Norte y más cercanas al polo, o bien más al Sur. Pero esta deriva del flujo del Oeste, hacia el polo o hacia el ecuador, dentro de los *upper westerlies* va acompañada de cambios de estructura y de intensidad. Cuando los *upper westerlies* derivan hacia el Norte, aumentan su energía, se vuelven más intensos y más rápidos, y llevan hacia el continente más calor, más humedad y mayor influencia oceánica. Cuando, por lo contrario, se dejan ir hacia el Sur, disminuyen su velocidad y su energía es más débil; y, a la vez, en Europa por lo menos, las influencias continentales dominan sobre las del océano.

Los cambios de estructura de los *upper westerlies* interesan también a la distribución geográfica de sus accidentes característicos. En efecto, los *upper westerlies,* engendran, por lo que toca a las masas de aire que ponen en movimiento, un sistema

[28] *Cf.* Reiter, 1963, p. 395 *et passim,* sobre las relaciones entre la circulación general en altitud y fluctuación del *jet-stream.* El término *westerlies* puede traducirse en español como "flujo del Oeste" o "corriente del Oeste".

de crestas calientes y de valles fríos;[29] hacia lo alto o hacia lo bajo, unas y otros respectivamente deforman en altitud la topografía de la superficie en 500 milibares (ésta situada a 4 o 5 kilómetros de altura). Por lo que toca a la circulación, como dijimos antes, se vuelve más septentrional y más rápida y la longitud de onda que separa a un valle frío del anterior se hace más grande; los valles fríos se vuelven por ello menos numerosos y su distribución se afloja y se alarga hacia el Este. La tendencia es invertida en el caso de una circulación debilitada y que derive hacia el Sur, entonces se obtienen valles fríos más numerosos, más cerrados, y que tienden (partiendo de la perturbación casi permanente de las montañas Rocallosas,[30] que se toma como punto de origen), a situarse más al Oeste. Para establecer las ideas, digamos que es posible en esas condiciones y tratándose de las latitudes templadas del hemosferio Norte, pasar (en verano) de un sistema de cuatro valles fríos (uno sobre el estrecho de Behring, otro sobre la costa atlántica de Estados Unidos, otro sobre una línea Finlandia-Adriático y otro sobre el Baikal), a un sistema de cinco valles fríos (dos en América del Norte, otro sobre Inglaterra, otro en el mar de Aral, y otro sobre Manchuria).[31] Observemos, incidentalmente, que el sistema de cuatro valles fríos es más bien representativo de un clima óptimo (como los de los siglos XI o XX), mientras el sistema de cinco valles fríos es típico de uno pésimo (como por ejemplo la *little ice age* a fines de los siglos XVI o XVII).

Ésas son, resumidas esquemáticamente según el libro de Lamb, algunas de las variaciones que afectan los *westerlies* de la zona templada. Ahora bien, como hecho capital para el historiador del clima (que procura legítimamente sistematizar sus hallazgos empíricos, y descubrir hechos para elaborar mejor los modelos), esas variaciones pueden agruparse en dos tipos principales: "El elemento esencial en este campo, escribía muy bien Pedelaborde, es la existencia de dos clases de circulación. . .; su alternancia permite explicar las variaciones del clima en todas las escalas y en todas las épocas." [32] Con el fin de simplificar, llamamos "modelo I" y "modelo II" a estos dos tipos.

"Modelo I", primero: el tipo de circulación abierto hacia el ecuador domina durante los períodos de enfriamiento y de "pé-

[29] Lamb, 1966, p. 32; Von Rudloff, 1967, p. 37.
[30] Lamb, 1966, p. 207.
[31] *Ibidem,* p. 184 (mapas).
[32] Pedelaborde, 1957, p. 81.

simo"; implica, por lo menos en la zona americanoeuropea,[33] el rechazo de las trayectorias de las depresiones hacia el Sur, que en adelante se sitúan hacia los 57-60° N. en el verano.[34] Durante los célebres "decenios terribles" de lo decenios 1590 y 1690, ocho de 10 veranos pudieron caracterizarse por trayectorias de depresiones que pasaban relativamente muy hacia el Sur,[35] sobre Escocia y Dinamarca, entre los 56° y los 60° N.; en esa situación se vuelcan torrentes de frescor y de humedad sobre Europa occidental durante la "buena" estación y en las condiciones de la antigua agricultura pueden, eventualmente, destruir las cosechas y provocar la hambruna.

Correlativamente, y siempre en esta coyuntura de evolución hacia el pésimo, en que se hace más meridional la circulación, el invierno tiende a enfriarse. Efectivamente, al mismo tiempo que derivan hacia el Sur las trayectorias de depresión, en invierno se observa "una deriva hacia el Sur de la vasta zona en que predominan los vientos del Norte y del Este, en el sector atlántico; deriva que los autores han asociado con caídas de nieve más frecuentes en las islas británicas".[36] Doble fenómeno, íntimamente ligado con el movimiento glaciar; los veranos, por una parte, se refrescan y están menos activos en cuanto a la ablación de los hielos. Los inviernos, por otra parte, tienen más vientos del Norte y nevadas, lo que aumenta la acumulación en lo alto de los glaciares. Estos diversos factores, que actúan acumulativamente, provocan el crecimiento típico de ls glaciares alpinos y, de modo más general, de los glaciares de Europa y de América, en período de circulación desviada hacia el Sur, y de *little ice age*.

El "modelo I" es apremiante en varios niveles, incluyendo en lo que concierne ¡al mar mismo! En un movimiento burdamente paralelo con el de las trayectorias de depresión, las corrientes marinas, de origen septentrional y tendencia fría, como la del Labrador, se inclinan también a "descender" hacia el Sur; y con ellas las isotermas oceánicas. El Atlántico Norte, en las latitudes de Canadá y de Francia en invierno, de Inglaterra en verano, se enfría en períodos de *little ice age* y, por ejemplo, durante el primer tercio del siglo XIX.[37]

Por otra parte, la circulación atmosférica del "modelo I",

[33] Von Rudloff, 1967, pp. 88-89.
[34] Lamb, 1966, p. 210.
[35] *Ibidem*, pp. 150 y 163-164.
[36] *Ibidem*, p. 163 y sobre todo pp. 205-206 y 211.
[37] Lamb, 1966, pp. 14-17, 146 (mapa) y 151.

derivada hacia el Sur, se caracteriza por su menor energía, por el debilitamiento de ciertos "gradientes de presión". Esta pérdida de energía "debería implicar la disminución del desplazamiento del aire cálido y de la humedad en dirección de las regiones polares",[38] en la medida en que los *westerlies* forman parte de un sistema general de mudanza del aire cálido desde los trópicos hasta las zonas polares. Por tanto, estamos así en presencia de un factor capital de enfriamiento, en las latitudes altas y templadas.

Al mismo tiempo que en el período del "modelo I" se desplaza hacia el Sur el sistema general de la circulación y de los *westerlies* y se debilita, también se modifica la estructura misma de los *upper westerlies* (circulación en altitud, trazada según la superficie de 500 mb) y los valles fríos se cierran hacia el Oeste, unos hacia otros. Por ejemplo, el valle frío del viejo continente se mueve de Europa del Este hacia Europa central y occidental; esto explica la mayor frecuencia de incursiones de aire frío en los siglos de *little ice age,* que provienen del Norte y se enfilan hacia el Sur, partiendo del mar de Noruega y hasta el Mediterráneo occidental.

Tenemos pues, en primer lugar, un "modelo I": tipo de circulación abierta hacia el Sur, debilitada en cuanto a su energía intrínseca; con un espacio menor y un estrechamiento hacia el oeste de la alternación de crestas cálidas y valles fríos de los *upper westerlies.* El todo está así en correlación (como consecuencia de numerosos factores interdependientes) con los períodos de enfriamiento y de pésimo norteamericano y europeo (por ejemplo, entre 1550 y 1850).

El "modelo II", al contrario, es característico de las fases de recalentamiento y de óptimo, antiguos y recientes. Durante los episodios en cuyo transcurso reina este segundo modelo, el torbellino o "vórtice circumpolar" de los *westerlies,* en lugar de ensancharse ampliamente hacia el ecuador, se contrae en adelante alrededor del polo. Las trayectorias de las depresiones se vuelven septentrionales en su mayoría; y durante el verano abandonan en adelante Escocia y Dinamarca, para pasar mucho más al Norte, por la punta de Groenlandia, Islandia, Laponia y la península de Kola. De ahí que se instale, principalmente en el oeste del viejo continente, un clima más cálido; los veranos se vulelven ahí más ardientes y luminosos, en la medida en que Europa occidental, liberada de los ciclones que pasan a partir

[38] *Ibidem,* pp. 28-30, 136, 151 y 154.

de entonces hacia el Norte, cae bajo la influencia ardorosa de los anticiclones meridionales. El invierno, por su parte, también se suaviza debido a la circulación intensificada, durante los períodos en que reina el "modelo II": el flujo, reforzado en adelante por los vientos del Oeste, aporta calor y humedad oceánica sobre Europa occidental, durante la estación "fría". Estas dos características de invierno y de verano convergen por último; permiten definir los períodos de óptimo, largos o breves, pasados o presentes, como si fueran los de un "régimen oceánico y anticiclónico de verano".[39]

Observemos que las opiniones de los glaciólogos corroboran en este punto las de H. H. Lamb. Hoinkes,[40] especialista en glaciares alpinos, utiliza con este propósito una clasificación sistemática de las situaciones meteorológicas (*Grosswetterlagen*) de la Europa central. Considera, como lo hace Lamb, que el reciente retroceso de los glaciares de los Alpes resulta de un doble fenómeno que afecta a la estación de verano: por una parte, la frecuencia de los *Grosswetterlagen* anticiclónicos, con alta temperatura y fuerte insolación ha aumentado mucho durante esa estación después de 1930; por otra parte, en concordancia lógica, la frecuencia veraniega de los *Grosswetterlagen* ciclónicos, que son productores de nieve fresca, y por ello de *albedo* acrecentado, ha disminuido mucho en el transcurso del mismo período.

Desde este punto de vista puede interpretarse la oposición del "modelo I" (pésimo, frío) y del "modelo II" (óptimo, cálido), según las líneas de fuerza de otro vocabulario, en términos de circulación más *meridiana* o más *zónica*.

El "modelo II" (recalentamiento), en el que la circulación de Oeste a Este es más intensa, se caracteriza por una influencia creciente de los factores *zónicos* y oceánicos, productores de recalentamiento.[41] El "modelo I" (enfriamiento) se define al contrario, por lo menos en el viejo continente, por la preponderancia *meridiana* de los factores continentales de acción, de los cambios de Norte a Sur, y de las corrientes de aire frío en dirección del Mediodía. Éstas acompañan lógicamente al debilitamiento y a la fragmentación de los *westerlies*,[42] y al establecimiento de un valle frío sobre la Europa del Oeste.

No obstante para continuar con el "modelo II" (recalenta-

[39] Lamb, 1966, p. 192.
[40] Hoinkes, 1968.
[41] Von Rudloff, 1967, pp. 37, 183 y 194.
[42] Von Rudloff, 1967, pp. 37 y 89.

miento), éste se caracteriza, tratándose del océano, por una elevación de la corriente cálida que es la *gulf stream* hacia el Norte, o deriva noratlántica.[43] Por otra parte, en lo que se refiere a los valles fríos y crestas cálidas de la circulación atmosférica alta, se observan cambios inversos a los ya mencionados antes relacionados con el "modelo I" (pésimo, frío). En condiciones de óptimo-recalentamiento, a la vez que aumenta la fuerza y la velocidad de los *upper westerlies,* su "longitud de onda" crece correlativamente.[44] Al mismo tiempo, los valles fríos tienden a espaciarse hacia el Este, a evitar Europa occidental. Esta desaparición del valle frío *en altitud* explica posiblemente *en superficie* y al nivel del mar, la notable disminución del número de oleadas de aire frío procedente del Norte en el sector europeo, durante los períodos de circulación zónica y de recalentamiento; por ejemplo, entre 1890 y 1950, en el transcurso de una culminación notoria del óptimo reciente. Nada tiene esto de asombroso. Por último, reunidos todos estos factores —mejoramiento *oceánico* y "zónico" del invierno, calentamiento *anticiclónico* del verano y disminución de la frecuencia de invasiones de aire frío—, se resumen en una elevación general de las medias térmicas, generadora de intensa fusión de los glaciares.

El conjunto de estas teorías y la oposición de ambos modelos presentan un gran interés, en la medida en que los climatólogos puedan así comprender mejor los rasgos principales de las situaciones sinópticas de la zona templada. El historiador, por su lado, capta sobre todo la validez universal de la conceptualización y la unidad que ésta introduce en la explicación climática e histórica; unidad planetaria desde luego. Tenemos en adelante el derecho de relacionar los empujes glaciares del siglo XVIII en los Alpes y en Noruega, ya que también tienen un origen común estos fenómenos: la persistencia de un tipo de circulación abierta, debilitada y fragmentada. Y hasta los geólogos tienen fundamento para confrontar —como lo han hecho desde hace tiempo con base empírica— la glaciación de Würm en Europa y la de Wisconsin en América del Norte; ambos episodios son aproximadamente contemporáneos, pero también son correlativos y se producen en ambientes climatológicos análogos.

La alternatividad de los dos tipos de circulación introduce en la historia misma una unidad más general aún. En efecto, "las variaciones de una semana a otra" o "de un año a otro",

[43] Lamb, 1966, p. 201.

[44] Rossby, citado por Lamb, 1966, pp. 31 y 32. *Cf.* también a Lamb, *ibidem,* pp. 207-208.

en esta perspectiva parece que son de la misma naturaleza que las oscilaciones geológicas, climáticas y seculares.[45] Entre estos episodios de diversa duración hay diferencias de escala, de amplitud y de frecuencia, pero no de naturaleza. Es decir, la universalidad y la fecundidad de la nueva climatología.

Ésta da cuenta en particular de las oscilaciones mayores de la época histórica, que ha mencionado este libro: episodios multiseculares de frescor y de crecida glaciar, separados entre sí por fases, que también son interseculares y caracterizan la suavidad del clima y el retroceso de los glaciares; por ejemplo, la *little ice age,* es decir la crecida glaciar de los Alpes (siglos XIII-XIX) encajonada entre las dos decrecidas de los glaciares, la de la alta Edad Media y la del siglo XX.

Al mismo tiempo que la primera oleada de las grandes síntesis (Rossby, Willett, Pedelaborde, Lamb), construidas gracias a los procedimientos tradicionales de cálculo, en el último decenio llega a la mayoría de edad de las calculadoras electrónicas. Gracias a las computadoras ha podido darse un paso hacia adelante e integrar, en un nivel jamás igualado, los datos mundiales sobre la circulación de las masas de aire. B. L. Dzerdzeevskii, de la Academia de Ciencias de Moscú, es uno de los maestros de esta nueva climatología, edificada gracias a las computadoras. No está por demás recordar rápidamente sus teorías. No es que sean definitivas aun en opinión del autor mismo, pero pueden tener provisionalmente el lugar de punto de referencia, e iluminarán tanto al historiador como al lector culto.

Dzerdzeevskii[46] se fija como tarea la de interpretar, conforme a la climatología dinámica, las fluctuaciones del clima en la primera mitad del siglo XX, tal como las conocemos desde entonces. Según el autor soviético, todo es fluctuación y, en consecuencia, todo atestigua: los cambios meteorológicos forman, día tras día, fluctuaciones en comparación con el telón de los cambios estacionales y anuales. Éstos, a su vez, hacen otro tanto frente al movimiento de larga duración. Y este mismo en comparación con el largo plazo... y así lo demás, hasta el nivel más elevado, que atañe a las épocas glaciares e interglaciares.[47]

En esas condiciones, ¿cómo tipificar las fluctuaciones atmosféricas mundiales progenitoras de las fluctuaciones climáticas?

[45] Pedelaborde, 1957.

[46] 1961, p. 189.

[47] *Cf.* también, en el mismo sentido, los estudios sobre climatología y fluctuaciones climáticas de Kushinova, 1968, y de Potapova, 1968.

Podemos distinguir en nuestras latitudes dos tipos de circulación de las masas de aire: circulación zónica y circulación meridiana.

Circulación zónica: los ciclones y anticiclones siguen trayectorias Oeste-Este, en un movimiento de tendencia anular alrededor del globo.

Circulación meridiana: la trayectorias anticiclónicas y ciclónicas se orientan en direcciones perpendiculares a las anteriores; son predominantes los ejes Norte-Sur.

Este esquema simplificador, claro está, tiene validez solamente tratándose de las regiones del globo cuyas informaciones son antiguas y continuas, como las zonas "extratropicales" (árticas y templadas) del hemisferio norte.

Las cartas sinópticas de la atmósfera, elaboradas constantemente desde hace 60 años por los servicios meteorológicos, proporcionan el material básico para estas investigaciones. Dzerdzeevskii y sus colaboradores han comparado y tratado más de 20 000 cartas de esta clase, relativas a los 56 primeros años del siglo XX.

Una vez que las computadoras hubieron digerido estos datos inmensos, nuestros autores pudieron proponer una problemática extremadamente fina, y definieron seis categorías de circulación predominantes,[48] a partir de las frecuencias estadísticas:

1. Circulación meridiana del Norte.
2. Violación de zonalidad.
3. Circulación zónica del Oeste.
4. Zónica del Este.
5. Meridiana del Sur.
6. Sin circulación (tipo "estacionario").

La duración respectiva y la vida promedio de estos seis tipos, que se alternan entre sí, se determinaron en cada uno de los grandes sectores en que se divide el hemisferio Norte (sectores atlántico, europeo, siberiano, extremo-oriental, pacífico y americano).

Conclusión principal de estas investigaciones, formulada en 1961: la circulación meridiana disminuyó notablemente de 1899 a 1948.[49] La circulación zónica, en cambio, se habría intensificado fuertemente.

[48] Dzerdzeevskii, 1963, p. 291. *Cf.* también a Lliboutry, 1965, II, p. 841.
[49] *Cf.* en Dzerdzeevskii, 1961, p. 191, figura 1.

Esta intensificación coincidiría con el aumento de la actividad solar, según se midió de acuerdo con la superficie total de las manchas presentes en la superficie de nuestra estrella. De 1900 a 1954, las dos curvas —manchas solares y circulación de Oeste a Este— suben lenta y simultáneamente cuando se les suaviza para separar el *trend* secular. ¿Hay correlación en verdad?, ¿o es pura y simple coincidencia? El viejo problema de las manchas solares y de su influencia sobre nuestro planeta tendría, en todo caso, una nueva solución si se confirmaran esas concordancias.

Pero prosigamos. Y así venimos a lo esencial. Teníamos ya un *trend climático* reciente: el recalentamiento. En lo sucesivo tenemos, en paralelo, un *trend climatológico* del último medio siglo: la intensificación de la zonalidad. Es tentador acercar ambos fenómenos y explicar el primero por el segundo.

Se ve la importancia de los estudios de climatología dinámica, pues permiten superar las nociones demasiado generales y vagas de "recalentamiento" y "enfriamiento", abren la puerta a concepciones finas, complejas y, no obstante, integradas, las que incluyen el campo unitario de la circulación general y plantean sobre bases un poco menos hipotéticas que antes, el problema de las relaciones sol-circulación-clima-intemperies. Y en este campo debe actuar plenamente el postulado de uniformidad: lo que vale para el siglo XX en materia de sol, circulación y clima, vale también, *mutatis mutandis,* para los siglos XII o XVII.

La prevalencia de circulación general en cualquier época o estilo en la atmósfera contribuye así a explicar las variaciones del clima. Sin embargo, esta explicación pide otra automáticamente. Los cambios de la circulación hacen variar el clima. Cierto, pero, ¿por qué es llevada a cambiar la circulación misma? Este difícil problema, que atañe a las causas profundas o a los factores últimos de las fluctuaciones meteorológicas, ha sido planteado por varios investigadores que han aportado, a este respecto, diversos resultados y propuestas.

Entre los trabajos más típicos en este campo, figuran los de J. M. Mitchell, autor bien acreditado para hacer un estudio así. Efectivamente, escudriña los adelantos o los retrocesos del recalentamiento planetario en el siglo XX,[50] de decenio en decenio, de acuerdo con los resultados provenientes de centenas de estaciones.

[50] *Supra,* pp. 121-124 y gráfica VII.

Mitchell considera que las causas profundas de las variaciones recientes, en el estado actual de nuestros conocimientos, se deben principalmente a:

1. La acumulación de CO_2 de origen industrial en la atmósfera terrestre (efecto de estufa: *polución industrial,* como factor de recalentamiento general).[51]

2. La frecuencia, mayor o menor según las épocas, de las erupciones volcánicas, que inyectan grandes cantidades de polvo en las capas intermedias de la estratosfera y, con una interposición momentánea de "pantalla", disminuyen la cantidad de radiaciones solares que recibe nuestro planeta (*polución volcánica,* como factor de enfriamiento del clima).

3. La "microvariabilidad" probable de la misma radiación solar. Esta microvariabilidad hipotética, que se supone suficiente, según el carácter positivo o negativo que adopte, para calentar o enfriar ligeramente la atmósfera terrestre (factor "extraterrestre", determinado por el comportamiento del mismo Sol).

4. La autovariación del sistema océano/atmósfera:

> Las inestabilidades de la circulación general y del clima —escribe Mitchell a este respecto—, pueden derivarse de un *feedback* dinámico o termodinámico proveniente de los océanos[52] o de algunos aspectos de la superficie terrestre en un momento dado (como humedad del suelo, techumbre nivosa, masas glaciares sobre los continentes o los océanos,[53] condicionados unos y otros a su vez por el estado *anterior* de la circulación atmosférica). Los océanos poseen una vasta capacidad para almacenar calor y, pudiera decirse, una gran memoria. Podemos suponer por ello, razonablemente, que las interacciones del aire y el mar (además de otros), figuran entre los mecanismos de *feedback* más importantes, susceptibles de producir fluctuaciones climáticas de cierta duración, que podrían instalarse por

[51] La teoría del efecto de estufa lo resumió muy bien Callendar (1949, p. 310): "El CO_2 es casi completamente transparente a la radiación solar; por lo contrario, en parte es opaco al calor que irradia la Tierra o repercute hacia el espacio. El CO_2 actúa así como una trampa del calor, y permite a la temperatura que reina en la superficie del globo elevarse por arriba del nivel que alcanzaría si no hubiera CO_2." *Cf.* también a Plass, 1956, pp. 140-154, y Backinsale, 1965, p. 11 (excelente discusión y bibliografía del problema).

[52] *Cf.*, a este respecto, a Weyl, 1968.

[53] Sobre la extensión más o menos grande de los casquetes glaciares de los polos como "palanca (*sic*) climática extremadamente sensible que llega a amplificar los efectos de un pequeño cambio de la situación térmica general", *cf.* a Fletcher, 1968.

decenios y decenios, y hasta posiblemente por períodos más considerables aún.[54]

En lo relativo al calentamiento reciente, por ejemplo, Mitchell estima que podría explicarse, en *último análisis,* por la combinación de estos diversos factores, independientemente unos de otros:

a) En primer lugar, el efecto de estufa podría bien haber representado un papel importante. Desde el inicio del siglo, la combustión del carbón ha diseminado enormes cantidades de CO_2 en la atmósfera,[55] con lo que contribuye a calentar ésta (pero en ese caso, se pregunta incidentalmente Mitchell, ¿cómo explicar el reciente enfriamiento, si desde 1950 han seguido tranquilamente la industrialización y la polución masiva del planeta con el CO_2 proveniente de la combustión de fósiles como el carbón y el petróleo? [56]

b) La relativa inactividad de los volcanes, entre 1890 y 1950 se ha significado como factor suplementario de calentamiento (o, con más exactitud, de "no enfriamiento") del clima mundial. No se trata de pretender, claro está, que los volcanes de todo el mundo han estado completamente inactivos durante esos sesenta años. Sería absurda esa afirmación. No obstante, parece cierto un hecho: las erupciones volcánicas conocidas en el conjunto del planeta, medidas estadísticamente, han sido menos frecuentes y menos intensas y la polución de la alta atmósfera ha sido por eso menos marcada entre 1850 y 1950 que antes o después de este intervalo cronológico.

c) La actividad superficial del Sol, según la han medido los *Zurich numbers* relativa a las manchas solares, se ha acrecentado desde 1925 hasta 1960. Y no es absurdo pensar que ha habido también aumento mínimo de la "constante solar" durante el mismo tiempo. Si nuestro planeta recibe por ese hecho una cantidad de calor solar muy ligeramente aumentada, sería normal que se encontrara recalentado el clima terrestre (esa era por

[54] Mitchell, 1966.

[55] Plass, 1956.

[56] Bryson (1968) aporta una respuesta verosímil a esta pregunta. En efecto, sugiere que convendría agregar a los diversas factores mencionados, la creciente polución de la atmósfera, causada por las polvaredas de origen industrial; este fenómeno disminuye la transparencia de la atmósfera y sirve de pantalla a las radiaciones solares, por lo que sería una de las causas del enfriamiento (*cooling*) reciente, tal como aparece desde hace 20 años.

lo menos la opinión, razonablemente originada en diversas referencias que profesaba J. M. Mitchell en sus escritos de 1961 y 1965).

Sea lo que fuere, el conjunto de estas causas probables,[57] a las que pudieran haberse unido otros factores cuyo descubrimiento es aún más difícil, explicaría, si creemos a J. M. Mitchell, el calentamiento de conjunto de la atmósfera terrestre en el transcurso de la primera mitad del siglo XX. Los esquemas propuestos por Lamb [58] y que toma por su cuenta Mitchell, entran en juego en este punto preciso del razonamiento y de la descripción; este recalentamiento de conjunto, efectivamente, tiende a aumentar el vigor de la circulación y a estrechar hacia el polo el anillo cada vez más contraído de los *westerlies*. Estas modificaciones dinámicas, a su vez, conducen a una redistribución septentrional del exceso de calor que recibe o retiene la Tierra. Así nos explicamos el calentamiento privilegiado de las regiones templadas del hemisferio norte, principalmente en invierno: este calentamiento se manifiesta, sobre todo, en los fenómenos regionales relativos a Europa, que presentó con amplitud este libro.

El pequeño óptimo de la Edad Media, tan semejante en lo largo y más marcado al del siglo XX, se explicaría por dos factores análogos [59] (con excepción, claro, de la polución que proviene del CO_2 misma que, por definición no existía; los hombres del siglo XI quemaban muy poca hulla y aún menos petróleo).

Por lo contrario, es razonable pensar que la *little ice age* fue provocada por un conjunto de causas profundas, opuestas a las que acabamos de mencionar tratándose de los períodos de recalentamiento.

La contribución particular del historiador de los climas se une de ese modo, sin dificultades mayores, con las de otros especialistas, porque éstos se encuentran en relación fecunda de intercambio con él. La historiografía meteorológica proyecta, a títu-

[57] Esta taxonomía de las causas, propuesta por Mitchell, no es la única que existe: Beckinsale, 1965, clasifica del mismo modo, en varios grupos, las teorías de las causas que originan las variaciones climáticas, según que esas teorías pongan de relieve las variaciones de la radiación solar, o de la transparencia atmosférica.

[58] *Supra,* pp. 388-395.

[59] *Cf.* Suess, 1968 y Damon, 1968 (curva de producción mundial del carbono 14 en los siglos XII y XIII) ;*cf. también supra,* pp. 338-348.

lo de hipótesis de trabajo hacia el pasado, los descubrimientos contemporáneos de la climatología dinámica. En forma inversa, ésta puede integrar y convalidar en un elemento racional, las series empíricas que actualicen los historiadores. Su verosimilitud de derecho se agrega a la verdad de hecho de las crónicas seriadas. Ambas investigaciones se complementan y se refuerzan. Tienden hacia la finalidad común de toda ciencia: ser testigos de la universalidad del saber.

La historia del clima reciente, la del último milenio, considerada en conjunto, tiene así en adelante sus *métodos,* algunos de los cuales han sido presentados con varios detalles en los primeros capítulos (capítulos I y II). Tiene sus *modelos,* cuya ilustración mas notable es proporcionada por el recalentamiento reciente (capítulo III). Dispone también de una *cronología* que, a la inversa de las costumbres arraigadas, conviene leer al revés, yendo de lo más conocido o menos desbrozado. Del suave siglo XX al fresco siglo XVII, y de la *little ice age* al pequeño óptimo de la Edad Media, he intentado resenrollar a la inversa la película del transcurso temporal; he querido remontarme, regresivamente, hacia épocas más lejanas y más remotas (capítulos IV, V y VI). Esta historia tiene también sus implicaciones humanas y climatológicas (capítulo VII). A fin de cuentas está construida por completo en torno a una doble exigencia: ya se trate de la Edad Media o del siglo XVII, en efecto, no es buena historia del clima sino en cuanto es interdisciplinaria y comparativa.

ADVERTENCIA FINAL

ESTA *Historia del clima desde el año mil,* que primero se publicó en París en 1967, queda bibliográficamente actualizada y complementada en los presentes volúmenes según la edición inglesa que apareció en 1971. Desde esa fecha me he apartado un poco de este campo de investigación y no he podido hacer una nueva reestructuración de la obra. A falta de ello doy a continuación una reseña de la muy reciente obra de H. H. Lamb (1982), que plantea la situación de los problemas histórico-meteorológicos desde el punto de vista calificado del climatólogo profesional que es H. H. Lamb (*Climate History and the Modern World*).[1]

Siendo historiador del clima y meteorólogo de formación y de profesión, H. H. Lamb reivindica desde el principio un tema cuya existencia misma fue discutida mucho tiempo. La UNESCO publicó hace 20 años una *Historia general* que afirmaba que el "clima" en general era estable o se había estabilizado desde el sexto milenio a.C. Lamb es tajante al rechazar este "fijismo", y rechaza también la noción de "período normal", supuesto representativo *ad aeternum* de la meteorología promedio de una región determinada. Durante mucho tiempo han elegido los especialistas como "normales" a las épocas trentenarias, que van de 1901 a 1930 y luego de 1931 a 1960. Ahora bien, estos grupos de tres decenios son los más cálidos que se hayan conocido desde hace mucho tiempo; por eso no se colocan dentro de la "norma".

De paso matiza algunas grandes teorías: el marxismo, por ejemplo, cree en el determinismo económico y material; no es contrario, en principio, a la exploración de las fluctuaciones del clima, que atañen "debajo" de la economía, a la base "ecológica" de la sociedad.

Los pensamientos de Aristóteles y de Montesquieu, por su parte, explican (parcialmente) la civilización o la falta de ella, con la meteorología del continente de que se trate, y deben ser, por lo menos, consideradas como relativas. El capitalismo "civilizado" florece, ciertamente, en los países templados, pero también en la ciudad ecuatorial de Singapur (enfriada, es verdad, con el aire acondicionado de las oficinas).

[1] Methuen, Londres y Nueva York, 1982, 386 páginas.

Todo historiador debe enfrentarse primero al problema de las fuentes; Lamb se somete de buena gana a esta regla de oro. Los glaciares, desde luego, se documentan bien gracias a la iconografía, a los archivos y al carbono 14 (aplicándose éste a los troncos de árboles fósiles que atestiguan los avances glaciares de hace tiempo); estos glaciares son por ello indicadores de primer orden tratándose de los últimos 100 000 años y hasta los siglos XVII y XIX inclusive. Las fechas de las vendimias tardías indican una estación fría, y viceversa cuando son precoces. Se les conoce bien año tras año, desde principios del siglo XVI, y proporcionan informes considerables. Corresponde la misma observación tratándose de los *tree-rings* (anillos de los árboles); su crecimiento por año es proporcional en países secos o casi desérticos, a la humedad que hayan recibido en el año respectivo. Las compilaciones de acontecimientos (series de inviernos fríos o suaves, por ejemplo) son muy esclarecedoras cuando las efectúan investigadores serios, pero está lejos siempre de ser el caso. Gracias a ellas, Easton y sus epígonos demuestran los enfriamientos de la segunda mitad del siglo XVI, que son el preludio del gran empuje de los glaciares alpinos hacia 1595-1600; gracias a ellas también, Christian Pfister puede estudiar como se debe el clima suizo del siglo XVII. Las series de pólenes de las turberas son climáticamente significativas para la prehistoria. Por lo contrario, desde el neolítico se ven perturbadas por los desbrozos, que aniquilan los árboles y remplazan los pólenes forestales con los de las gramíneas, a partir de la "invención" de la agricultura. Las curvas de los precios del trigo, a su vez, integran innumerables causaciones muy diferentes entre sí; no debe por ello exigirse mucho de estas gráficas de las cotizaciones cerealeras, cuando se quiere descifrar las perturbaciones del clima. Salvo caso evidente, claro está: la hambruna de 1709, por ejemplo, se debe *ipso facto* al famoso invierno frío de ese año.

Lamb inicia su crónica en las grandes edades glaciares. Las últimas que se conocen comienzan con suavidad hace 115 000 y 90 000 años; después de algunas vacilaciones, cada una de las cuales dura de 2 000 a 5 000 años, se establecen de manera definitiva hace 70 000 años y tienen una duración de 50 000 años. Una pequeña recurrencia fría que tiene lugar hace 10 800 años, persiste durante seis siglos y hasta llega a esparcir varios mínimos glaciares en el distrito de los lagos, en Inglaterra. La fusión de los hielos en el transcurso de los últimos 10 000 año no pudo sino favorecer la marcha de la agricultura y de la ganadería. Sin

embargo, no se necesita buscar su verdadera causa climática; en Mesopotamia y Palestina, madres del trigo cultivado, jamás tuvieron la menor importancia, como sabemos.

Durante esos 10 milenios, por otra parte, la fusión de los glaciares, como un proceso fácilmente comprensible, participa en la elevación del nivel del mar; por eso el Paso de Calais pudo abrirse hacia el año 7600 a.c. El actual mapa de los litorales franceses, alemanes e ingleses queda casi establecido en sus contornos actuales hacia el año 5000 a.c. ¡Adiós, renos de Hamburgo y tundra de Copenhague! El calor posglaciar culmina hasta 2°C por encima del habido en el siglo XIX, durante la fase llamada *atlántica* u *óptima,* entre 5000 y 3000 a.c. Pero durante este año 3000 se instaura un nuevo enfriamiento que introduce nuestros climas actuales. Todas las zonas climáticas (árticas, templadas, etc.), se adelantan de nuevo hacia el Sur. El Sahara, que recibía aún hasta el año 3500 a.c., aproximadamente algunos ciclones meridionales portadores de humedad, se deseca de nuevo después de esa fecha, en virtud de una paradoja que no es más que aparente. Así llegan a su fin las vegetaciones extraordinarias que describen las pinturas rupestres de Tasilí. En forma simultánea, los glaciares vuelven a avanzar un poco en los Alpes.

La naciente agricultura se benefició indudablemente con los buenos calores de la fase *atlántica* en Europa. Por lo demás, las especulaciones de carácter histórico que propone Lamb acerca de estos milenios son a menudo hipotéticas. Pero el autor las introduce juiciosamente con fórmulas de esta especie: Es posible que... (*It may well be...*); es tentador pensar que... Entre algunas de estas especulaciones, mencionadas por nuestro autor —quien, desde luego, no las toma muy en serio—, se encuentran: el hecho de que los círculos de megalitos de Inglaterra supondrían un cielo más claro que ahora; el desarrollo de las grandes religiones en el primer milenio a.c.; el mismo surgimiento de Jesús en un período de meteorología "benigna"; la emigración de las viñas italianas durante el Imperio romano hacia el sur de las Galias (de todos modos, esta región era acogedora, *a priori,* pues siempre está asoleada cualesquiera que sean las fluctuaciones menores del clima).

Ahora poseemos casi una certeza sobre la Edad Media, gracias a los numerosos trabajos que Lamb ha agrupado convenientemente. Sí hubo sin duda un "pequeño óptimo" *medieval* (calores comparables con los de los "bellos" años de 1900 a 1950, y hasta un poco más tibios aún). Este "pequeño óptimo" está

perfectamente señalado por los textos, como por los glaciares de Groenlandia y de los Alpes. Se extendió más o menos de 800 a 1200 de nuestra era, y favoreció con seguridad la colonización de Groenlandia realizada por los vikingos en el siglo x. No estorbó los grandes desmontes de Europa occidental en el siglo IX, sino al contrario; parece que concluyó durante el siglo XIII. Lamb intenta explicar las grandes crisis de los siglos XIV y XV, por el ligero enfriamiento que siguió a ese "pequeño óptimo" y que, sin duda, habría dañado las cosechas. En este punto se mantienen prudentes los historiadores. Las terminaciones *naturales* de un ciclo de auge económico iniciado en el siglo XI y que culminó hacia 1300, y las espantosas catástrofes de finales de la Edad Media (pestes negras o de otro tipo a partir de 1348 y la Guerra de los Cien Años), ejercen sobre ellas un efecto tan abrumador, que los matices climáticos no agregan a unas y otras más que una causalidad muy secundaria. Tampoco la regresión o la desaparición de los viñedos en Inglaterra meridional después del siglo XIII se explica necesariamente por el "enfriamiento" del clima después de esta fecha. La competencia del viñedo bordelés, que desde entonces fue exportador hacia las islas británicas, es tanta, según me parece, que, clima o no, los infortunados viticultores ingleses se vieron obligados a capitular y a substituir sus cepas por granos o praderas. ¡La productividad dicta su ley hasta en el siglo XIV!

En seguida surgió la "pequeña edad glaciar", tan nítida en el siglo XVII. De todas maneras son de interés, *grosso modo,* los años que corren entre 1650 y 1850. Lamb desciende aquí en un terreno mucho más sólido; su buena dialéctica y su erudición hacen maravillas, apoyado en los recientes descubrimientos de Christian Pfister. En esta ocasión no estamos ya en el campo de la conjetura —como en el caso de la curva de las temperaturas inglesas del siglo XIII—, sino que permanecemos cómodamente en un sector de gran verosimilitud en muchos aspectos. Los glaciares alpinos aplastan los caseríos más expuestos de Chamonix, y jalonan así los nuevos enfriamientos del siglo XVII, que continuarán hasta 1850 aproximadamente, aunque con períodos de "bellas" interrupciones algunas veces. Las temperaturas de los "malos" decenios del siglo XVII (la más fría correspondió a los años 1690) pueden haber sido inferiores de 0.9°C en promedio anual, en relación con las más tibias normas de los años 1920-1960. El frío invernal y los veranos extremosos engendran hambrunas repentinamente; esas temperaturas matan las simientes y las cosechas, y marcan en particular el fatal decenio de

1690 en Escocia, Francia y Finlandia. Aun en ese campo, la causalidad humana y más simplemente la libertad histórica no pierden sus derechos: la agricultura inglesa está técnicamente más avanzada que la francesa o la escocesa. Los británicos salen sin gran daño de las dificultades de las cosechas y de la subsistencia que caracterizan el mal decenio en que termina el siglo XVII. ¡Tanto peor para Luis XIV y tanto mejor para Guillermo de Orange!

Agreguemos inmediatamente que la "pequeña edad glaciar" no es un bloque, como tampoco lo es la Revolución francesa. En ella se encuentran "bellos" períodos bien acalorados; los suaves años de 1710 a 1739, por ejemplo, coinciden con la reactivación económica de Europa occidental (favorecida, además, por los nuevos flujos de oro brasileño, por el fin de las guerras y por la descongelación política que siguió a la muerte de Luis XIV). Estos "remansos", una vez que terminan, dan lugar a paroxismos fríos, sobre todo cuando se mezclan las erupciones volcánicas, puesto que sus cenizas, propulsadas en la atmósfera, interceptan, el calor del Sol: la erupción de Tamboro en las *East Indies* ocurrida en 1815, engendró una hambruna de año frío o extremoso entre 1816 y 1817, y avances glaciares en los Alpes del norte.

El recalentamiento reciente, como dije ya, comienza en el decenio de 1850 y sobre todo el de 1860, y culmina durante el decenio de 1940. Es máxima en cuanto a tibieza, así como el decenio de 1690 era mínimo desde ese mismo punto de vista. Los vientos "suaves", del Oeste y del Suroeste, se vuelven más numerosos en Inglaterra entre 1860 y 1960, y los ríos británicos se congelan con mucha menor frecuencia después de 1900. Las lluvias son más abundantes que tiempo atrás en el interior del antiguo continente... En el transcurso de este siglo XX, recalentado, todas las zonas climáticas (ártica, templada, subtropical) se desplazan aparentemente *hacia el Norte,* contrayéndose en torno del Polo Norte. Desembocamos así en un resultado paradójico: el aire antártico del Polo Sur también aumenta, y se extiende hacia el Norte, de manera que hay correlación precisa (+ 0.75) entre el aumento de los vientos del Suroeste ("suavizantes") en Londres, y la elevación de las nevadas ("refrigerantes") del Polo Sur.

Desde los años 1950 y sobre todo 1960, el recalentamiento mundial, o más bien casi mundial, da lugar de nuevo a cierto enfriamiento, en virtud de un equilibrio más o menos irregular:

en veinte años se perdieron dos décimas de grado centígrado sobre las medias terrestres de conjunto.

Dos palabras ahora acerca de los efectos a corto o a mediano plazo de esas fluctuaciones climáticas, transcurridas en siglos o en milenios. (¡Ni siquiera hablemos del largo plazo, que es un verdadero embrollo!) Olvidemos por un momento a Groenlandia y hasta a Islandia: en estos países basta un enfriamiento, aunque sea mínimo (en la Edad Media), para comprometer los resultados de una agricultura y de una ganadería que son ya ultra marginales. Entre las grandes naciones de Europa continental (Francia, Alemania) o insular (Escocia), los años de inviernos fríos y de veranos extremosos se traducen en carestías. Sus efectos sobre los altos precios del grano pueden establecerse durante varios años sucesivos. Así, en el ciclo frío que circunda y sigue a 1770 en Suiza (Ch. Pfister), años terribles expanden la miseria. Estas observaciones del buen sentido iluminan siniestramente la historia del sufrimiento humano. Pero, fuera de ahí, el historiador se encuentra nuevamente en el aspecto frágil del *It may well be* ("Podría ser que. . ."). El cólera y la peste negra se iniciaron, *tal vez,* en las Indias y en China, respectivamente, después de las inundaciones de 1332 y 1816 que padecieron esos países. Pero esas no son, por el momento, más que "interesantes especulaciones". La carga de la prueba descansa, en este caso, sobre las débiles espaldas de los cronistas del clima. Más convincente es lo que podría llamarse "efecto de papirotazo". El año extremosamente frío de 1879 (comparable a 1740) provoca una mala cosecha; inaugura así 40 años de vacas flacas para la agricultura inglesa, a la que en adelante hunden las importaciones de granos norteamericanos y rusos. Lo mismo, entre las causas indubitables de la Revolución francesa figura (entre otros motivos) la pésima cosecha de 1788, que será estampa del gran miedo, y que fue provocada por meteorologías desfavorables en 1787 y 1788. En ambos casos, 1789 y 1879, el corto plazo (climático) y el largo plazo (humano), se combinan para "hacer la historia". Otro ejemplo: en Estados Unidos, la sequía del decenio de 1930 se ilustra con el *Dust Bowl* (Tazón de polvo) y con las *Viñas de la ira* de John Steinbeck.. Esta aridez plurianual proviene de que el anticiclón subtropical (seco en este caso) subió uno o dos grados hacia el Norte durante este decenio, en período de recalentamiento secular. En la actualidad es rápido y temible el aumento de la población del globo, y hace cada vez más temibles los accidentes climáticos y las malas cosechas que éstos engendran, como las de 1872, por ejem-

plo. Las grandes catástrofes naturales de nuestro tiempo se deben a las inundaciones en un 40%, a los ciclones y tifones en un 20%, y a las sequías en un 15%.

El clima no deja de tener consecuencias en los humanos. Sus fluctuaciones se derivan de causas diversas, sobre las que se ha ocupado Lamb ampliamente. Las manchas solares, en primer lugar, se invocan con frecuencia, con su ritmo "undecenal" (de 11 años). Después de todo, no informan sino imperfectamente acerca de lo que acontece alrededor, en la superficie del Sol y en sus profundidades. Su notable carencia entre 1645 y 1715 "podría estar" correlacionado con el gran frío de la "pequeña edad glaciar". Las variaciones meteorológicas, por su parte, en once años y en múltiplos o submúltiplos de esta cifra fatídica (5.5 años, 22.5 años, etc.), "podrían" también explicarse por ligeras fluctuaciones en cuanto a la producción de energía solar. Nada hay demostrado ni sólido en el caso. Estamos así, según nuestro autor, en el campo de la especulación.

Mucho más convincentes, según Milankovitch y sus émulos, son los efectos de las variaciones, aún ligeras, del eje de rotación de la Tierra y de su órbita. Estos cambios cíclicos, en larga duración, permitirían explicar, en buena parte, la cronología de las grandes edades glaciares durante la Era cuaternaria, conforme a periodicidades de 20 000, 40 000 y 100 000 años. Sin embargo, el historiador planteará un ingenuo problema al meteorólogo: en las eras terciaria o secundaria existían ya esas variaciones "orbitales" o axiales. No obstante, las grandes edades glaciares brillaban por su completa ausencia en esas largas épocas...

Y ahora descendamos completamente en la Tierra considerada como objeto "físico-químico". Las erupciones volcánicas lanzan polvaredas que permanecen suspendidas mucho tiempo en la alta atmósfera; se sitúan en torno al globo por causa de los vientos, y refrescan momentáneamente el clima debido al obstáculo que interponen frente a la irradiación solar. En 1783 tienen lugar dos erupciones, en Islandia y Japón. El hemisferio norte pierde 1.3°C repentinamente, en las temperaturas de verano, y necesita cuatro o cinco años para regresar a la normal; de ahí las hambrunas niponas. En forma contraria, la ausencia de erupciones mayores en el hemisferio norte, entre 1912 y 1963, favorece algún recalentamiento entre ambas fechas.

Sin embargo, los volcanes proporcionan solamente una causalidad circunstancial o aleatoria. Lo esencial, como siempre en Lamb, sigue siendo la intervención del vórtice circumpolar, in-

menso flujo del Oeste, que barre la zona templada en nuestras latitudes, cercando al globo como un anillo. Si este flujo es real o tiene tendencia anular, que se estrecha hacia el polo, los anticiclones subtropicales y cálidos y los vientos del Suroeste podrán predominar entonces en Francia y aun en Inglaterra. Se entrará en un período estacional o decenal o secular, o hasta milenario e integlaciar de calentamiento. Todo depende cronológicamente de la larga o corta duración del fenómeno básico relativo "al vórtice circumpolar"; no obstante, este "fenómeno básico" sigue siendo fundamentalmente el mismo en su estructura física, haciendo a un lado su amplitud, en todas las escalas de tiempo.

Por lo contrario, ¿cómo explicar los períodos de enfriamiento, ya se trate de algunos frescos del siglo xx, de la "pequeña edad glaciar" del xvii, o de la gran edad glaciar durante los últimos 100 000 años? Para ver claro es suficiente escenificar una situación inversa de la anterior: en lugar de contraerse, el vórtice circumpolar se extiende en adelante hacia el Sur; rechaza fuera de Europa y hacia latitudes más meridionales al anticiclón de las Azores, y permite de modo correlativo el descenso refrigerante del aire ártico hacia Londres, París o Marsella. Observemos que este "descenso hacia el Sur" que efectúa el vórtice, va acompañado de cambios en la forma: se vuelve sinuoso, cubierto de inmensos meandros de aire en la escala de un subcontinente; estos meandros se perfilan en crestas cálidas (*ridges*) anticiclónicas, y en valles fríos (ciclónicos). Paradójicamente, una de estas crestas cálidas puede significar, *localmente,* un verano cálido y seco; así en Europa durante el famoso embate de calor de 1976. Pero en el conjunto del hemisferio norte, a pesar de esta excepción "regional" y cálida, esa clase de circulación, extendida hacia el Sur y de vastos meandros, implica tendencias generales hacia el frío. Éste es, en efecto, el caso del verano de 1976, ardiente en Londres, pero fresco y hasta frío en gran parte de Rusia.

Otra paradoja: el desplazamiento de nuestro vórtice circumpolar del hemisferio norte hacia el Sur, con tendencia fría en nuestras latitudes, va acompañado de un desplazamiento hacia el sur de *todas* las bandas concéntricas que cercan también el globo como un anillo, de Oeste a Este, en los trópicos, en el Ecuador y hacia la Antártida. Resultado: el aire frío de la Antártida es rechazado hacia el Polo Sur, y las márgenes de ese continente polar se entibian. En consecuencia, durante las fases más frescas de nuestra "pequeña edad glaciar", entre 1670 y

1840, pueden instalarse los pingüinos cada vez más al sur y principalmente en el mar de Ross, menos glacial de momento.

Por último, no olvidemos que los océanos, por ser grandes reservas de calor (o de frío), se comportan de modo correlativo, en unión del vórtice circumpolar; cuando éste sube hacia el Norte y permite con ello un entibiamiento de las zonas templadas, el *Gulf Stream* hace otro tanto. Y viceversa. Ambos fenómenos, marítimo y atmosférico, reaccionan uno sobre el otro. Los arenques y bacalaos suben o descienden también al mismo tiempo que las aguas frías. Jamás fue tan próspera Holanda como en el período de "pequeña edad glaciar" que para ella fue la edad de oro de la pesca y el siglo del arenque y muchas cosas más.

El historiador se hace gustosamente previsionista, con poco éxito. ¿Es ése el caso de un cronista del clima estilo Lamb? Nuestro hombre recuerda con modestia que hasta los campesinos son capaces de hacer buenos pronósticos: todo granjero norteamericano de las grandes planicies sabe, con base en una experiencia de 160 años, que cada 22 años en promedio le acecha una grave sequía. Los historiadores y los "climeteorólogos" saben que cada 100 años, en los años 90 de cada siglo (decenios 1490, 1590, 1690, 1790 y 1890), reaparecen inviernos muy rudos. De modo más general, el enfriamiento de la actualidad (que sigue al recalentamiento secular que se registra hasta 1950-1960) debería proseguir hasta el año 2015, aproximadamente, a razón de −0.15°C en promedio por decenio. Después se tendría un nuevo recalentamiento de 0.08°C por decenio hasta el año 2030, aproximadamente, y por fin una estabilización, que duraría hasta el nuevo y ligero descendimiento térmico del siglo XXII. Estas previsiones se suponen haciendo abstracción de las erupciones volcánicas, que son imprevistas y muy bien podrían originar algunos trastornos momentáneos; haciendo a un lado también los efectos climáticos de la polución de origen humano, que será problema a su tiempo.

Acerca del próximo milenio, un admirable trabajo de A. Berger (de Lovaina la Nueva) permite pensar, sobre la base de los vastos ciclones del pasado, que el inicio de una gran edad glaciar comenzará suavemente en el transcurso de los mil años que vendrán. Una verdadera glaciación, no demasiado grave aún, reinará durante un período comprendido entre los años 5000 y 9000 d.c.; más tarde, 15 000 años (después de la época actual) habrá una ligera aunque provisional mejoría y rápidamente quedaremos instalados en la glaciación profunda; no

volveremos a encontrar nuestros actuales calores sino después de 60 000 años, o aun, de acuerdo con otro modelo, ¡después de 114 000 años!, lo que parecerá muy largo. El último período, que fue tan cálido como el interglaciar actual (en el que vivimos aún), duró 11 000 años (¿como el nuestro?) y concluyó hace 125 000 años, aproximadamente; desde entonces dio lugar en forma gradual a una gran frialdad de 100 000 años y más. Ésta cedió el terreno por último a las tibiezas 10 veces milenarias del neolítico, de la protohistoria y de la historia. La vuelta hacia el frío paleolítico (hace 125 000 años) se habría realizado, de manera muy brusca, en 125 años. El acontecimiento brusco, en este caso (un siglo), habría traído la muy larga duración (100 000 años de hielos). Hay que ver a este respecto los bellos trabajos de la señora Woillard (de Lovaina la Nueva también), especialista de las turberas de los Vosgos.

Estas opiniones prospectivas y perspectivas no consideran la influencia de las acciones humanas: las polvaredas de origen industrial (que sirven de pantalla al calor solar) podrán agravar, como lo hacen las erupciones volcánicas, el enfriamiento que tiene lugar desde 1960 y que debe ocupar los tres o cuatro próximos decenios. Pero resulta mucho más abrumador, en sentido inverso, el efecto de estufa (*greenhouse effect*) debido a la acumulación del gas carbónico de origen industrial que se opera en la atmósfera. El recalentamiento que provoca así el CO_2 podría también aumentar con los desprendimientos de calor que produzca inevitablemente la energía nuclear de aplicación pacífica. Con uno y otra, el entibiamiento "artificial" (CO_2 + nuclear) alcanzaría + 2°C hacia el año 2100 en comparación con nuestra época. ¿Habrá entonces regreso al óptimo climático de la prehistoria, con la anegación moderada de nuestros litorales debido a la fusión de los glaciares? Una opinión más apocalíptica prevé que, si la industria "caldeadora" continúa con sus "fechorías", pasaremos en varios siglos hacia un clima tropical como en la era terciaria, con la desaparición del casquete glaciar ártico y la correlativa subida de los mares, que sumergirán las grandes planicies y numerosas ciudades y capitales.

Finalmente, el libro de Lamb tiende a hacerse dramático, posiblemente porque también debe "caldearse" un tema que, por sí mismo, es más frío y más gris de lo que pudiera parecer a primera vista. La historia del clima es apasionante *por sí misma*. Pero desde un punto de vista estrictamente humano explica sobre todo las hambrunas momentáneas (1694 en Francia) y las decadencias marginales (el Sahara prehistórico y Groenlandia

de la baja Edad Media). Y así, una vez dentro del gran trabajo de Lamb, es necesario aparte (sobre todo tratándose de la Antigüedad y la Edad Media) lo que es puramente hipotético, dudoso y especulativo en cuanto a la influencia del clima sobre determinada civilización, ya se trate de la Grecia clásica o del valle del Indo. Desde este punto de vista, siempre se hace sentir la carencia de *buenas* curvas de temperaturas, levantadas gracias a las series de observación de los acontecimientos antes del siglo XVII, y es de desearse que se llene esta laguna algún día. Después de 1500 estamos en el terreno sólido de la "pequeña" edad glaciar" y de los calentamientos y luego los enfriamientos que la han seguido. Se vuelven firmes las conclusiones, aunque en adelante son juiciosamente limitadas. El autor tampoco ha evitado siempre el viejo escollo de la explicación por ambos extremos, que por ello es autocontradictoria; la emigración de los mongoles se explica a veces por las sequías del Asia central que los arrojaron de su patria, y otras por la humedad que multiplicó el número de sus rebaños y de sus efectivos nómadas, y obligó a los mencionados mongoles a emigrar (p. 175). En resumen, Lamb escribió un libro importante, con el que supo hacerse historiador, hazaña admirable para un hombre de ciencia pura, y también supo colocarse en el centro estratégico del problema (explicación climatológica básica, y muy larga duración de las fluctuaciones). De ese modo, pudo efectuar apasionantes incursiones hacia toda clase de campos y direcciones, sin perder el hilo jamás.

ANEXOS

ANEXO 1

La retirada reciente de los glaciares alpinos

Acerca de este fenómeno "plebiscitario" desde 1920, y prácticamente de 1860 a 1955, ver principalmente las comparaciones estadísticas de Mougin, 1910-1934; Veyret, 1952, pp. 197-199 y, sobre todo, 1960, pp. 203-207; Garavel, 1955, pp. 9-26; Vanni, 1948, pp. 75-85, 1950, pp. 230 y 1963; Desio, 1947-1951, pp. 421-422; Maurer, 1935, p. 22; Mercanton, 1916, pp. 52-56; Mercanton, artículos en *Die Alpen* (1947-1949), según *J. Glac.*, vol I, 1947-1951, pp. 139, 153, 345, 356, e *ibidem,* vol. II, p. 110; y las crónicas del *J. Glac,* vol. I, 1947-1951. pp. 507-558 y 563 y vol. II, 1952-1956, pp. 290, 440-441 y 607; Vivian, 1960; Sitzmann, 1961; *véase* también la exposición general de Thorarinsson, 1940 y 1944, y Lliboutry, 1965, principalmente pp. 719-721.

ANEXO 2

Los pequeños avances glaciares de los últimos años (desde 1950 hasta 1960); su carácter insignificante o temporal

Respecto a los glaciares de Jan Mayen, desde 1954, consultar a H. Lamb, J. Probert-Jones y J. Sheard, 1962; Kinsman y Sheard, 1963, pp. 439-447. Acerca de las montañas Rocallosas: Harrison, 1952-1956, pp. 666-668; Rondeau, 1954, p. 193; Bengston, 1952-1956, p. 708; Hoffmann, 1958, pp. 47-60. Respecto al Spitzberg: Kosiba, 1963; Vivian, 1965. Tratándose del glaciar de los Bossons: Lliboutry, 1965, p. 720 (gráfica tomada de Bouverot, 1957).

Sin embargo, podemos preguntarnos si estos "nuevos avances" glaciares del último decenio o de los dos últimos decenios son verdaderamente importantes. Los artículos más recientes (1966-1969) por lo contrario, inducirán a considerarlos como insignificantes; más bien es la lenta continuidad de la retirada secular... hasta 1970, lo que me impresiona. En lo que se refiere al carácter, en último término bastante insignificante, de estos pequeños y nuevos avances glaciares, ver en efecto entre las publicaciones posteriores a la primera edición francesa de este libro: Weidick, 1968; Koryakin, 1968; Kick, 1966; Kotliakov, 1967; Loewe, 1968; Gilbert, 1969; Untersteiner, 1968; Grosval'd, 1969; Streten, 1968; Temple, 1969. (Todos estos autores insisten sobre la *continuidad* lenta pero *cierta de la retirada glaciar incluyendo los últimos años;* Kotliakov, y Loewe, y también Post, 1966, dejan entrever, sin embargo, algunos débi-

les síntomas, recientes por completo, de nuevo avance o de "menor retroceso" de los glaciares).

ANEXO 3

Sobre ciertos aspectos "intercontinentales" del óptimo climático

Generalidades acerca de los diversos continentes: Charles-Worth, 1957, II, pp. 1484-1495; Deevey y Flint, 1957; pp. 182-184. Para Eurasia septentrional: Frenzel, 1955, pp. 40-53. Para América: Butler, 1959, p. 735 (turbera de Massachusetts); E. S. Deevey, 1951, principalmente p. 204 (comparación entre Maine, Terranova e Islandia); R. A. Darrow, 1961, p. 41 (sudoeste de Estados Unidos); Heuser, 1952, y sobre todo 1953, pp. 637-640 (Alaska); J. H. Zumberge y J. E. Potzger, 1955; p. 1640 (Michigan); para Colombia, *cf.* Flint y Brandtner, 1961, p. 458 (figura 1 y leyenda). Para Nueva Zelanda: *véase* a E. S. Deevey, 1955, p. 324, y también la elaboración de Walker, 1966. Para África, Morrison, 1966 (pp. 142-148), considera que aún son demasiado raros y sumamente obscuros los datos, para poder comparar con las cronologías climáticas que proponen los palinólogos europeos. Sobre las temperaturas oceánicas y marinas del óptimo, *cf.* C. Emiliani, 1955, pp. 538-579; 1958, pp. 264-276, y 1961, p. 530 (gráfica), y también a Wiseman, 1966.

ANEXO 4

El glaciar del Ródano en 1546

A) *Texto de Sebastián Münster acerca del glaciar mismo* (he puesto en cursivas determinados pasajes):

"Anno christi 1546, quarta Augusti, quando trajeci cum equo Furcam monrem, *veni ad immensem molem glaciei* cujus *densitas,* quantum conjicere potui, fuit *duarum aut trium phalangarum militarium;*[1] *latitudo* vero *continebat jactum fortis arcus,* longitudo sursum tendebatur, ut illius recessus et finis deprehendi nequiret, offerebat intuentibus horrendum spectaculum. *Dissilierat portio una et altera a corpore totius molis magnitudine domus,* quod horrerem magis augebat. *Procedebat et aqua canens quae secum multas glaciei particulas rapiebat, ut sine periculo equus*

[1] El texto de la edición alemana dice: *"Zweiss order dreyes spies dick"*, o sea, de 10 a 15 metros. Se trata del espesor del frente, visto por el canto. Münster, por otra parte, anota que los glaciares alcanzan (más arriba) según las grietas, 200 o 300 olnes de profundidad (300 a 400 metros).

illam transvadere non posset.[2] *Atque hunc fluvium putant initium esse Rhodani fluvii.*"

En el Museo de Arte e Historia de Ginebra (sala de las Armaduras), se encuentran dos picas de infantería suiza del siglo xv, provenientes del arsenal de Lucerna: cada una de ellas tiene 4.60 metros de largo. Lapeyre (en el *Carlos Quinto,* que editó en Francia el Centro Nacional de Investigación Científica, p. 40), de 5 metros a la pica suiza de principios del siglo xvi.

B) *Itinerario de S. Münster*: *Valais, Rhonegletscher, Furka, Gothard* (4 de agosto de 1546):

"Furca... per hunc montem patet tempore aestivali iter a Valesiis ad Uranenses et Lepontios. Tempore vero hyemali ob nives non licet trajicere, imo in media aestate difficulter id licet, quod ego compertum habeo qui quarta mensis Augusti tanta frigora in vertice montis hujus (Furka) passus sum, ut totus contremiscerem, cogererque tres aut quatour nives et glacies cum equo non sine periculo trajicere; cumque eadem die Ursellam usque ad radices montis Gothardi pervenirem, volui et illius montis difficultates explorate."

Estos textos se tomaron de Münster, S., edición latina de 1552, pp. 332-342, y edición alemana de 1567, p. 483.

ANEXO 5

El arcediano Combet en Chamonix (1580)

1) *Itinerario*

"Ascendimus visitando usque ac extremum decimationis de Tines superius... Vidimus autem quatuor habitationes quae dicuntur de Frasserens, Montrioud (Montroc) et Le Planet, et hinc vero retrocedentes ascendere oportuit collem ad Aquilonem... ubi est locus vulgo appellatus Trelechamp... et regressum fecimus ad domum dicti Aymonis (al priorato)".

2) *Descripción del valle*

"Et est vallis inter montes posita... et dexteris eundo seu a meridie, continui montes intersecti habent in summitatibus albentes glacies quae etiam per diversas scissuras ipsorum montium protenduntur, et *descendunt fere usque ad planitiem, tribus saltem in locis*... Constat praedic-

[2] Traducción alemana de estas dos líneas: "*Es ging* aucha ein Bach mit Wasser and Eiss dar auch, das ich mit meinem Ross on (ohne) ein Brucken hinüber nie komme mocht."

tas scissuras quas "ruinas" (morrenas) vocant aliquando inevitabiles causavisse alluviones tam in partibus per quas necessario descendunt quam per mediam vallem, augentibus medium illum torrentem qui ***ab Alpibus de Tour dictus est*** incipere, et in flumen satis vallidum coalescit."

El texto es inédito parcialmente sobre todo tratándose del itinerario (A. O. alta Saboya, 10 G 287); en parte lo publicó G. Letonnelier en 1913, pp. 288-295). El mejor comentario fue hecho por R. Blanchard, 1913, pp. 443-454.

Acerca de la equivalencia de "ruina" (alud) y morrena, *cf.* Fruh, 1937, I, p. 111. *Véase* sobre todo este texto de 1679 (A. D. alta Saboya, 10 G 282, folio o pp. 124-125, año 1679) que se refiere a las masías o fracciones de terreno muy cercanas al mar de Hielo:

"La masía de los Gaudin, por el lado de las crestas, y ***luego sobre la Ruyna*** [en francés Rouyne] donde está enclavada la cañada de Lavanchez y todo Bonnenuit..."

"Las masías de Joppers y de Landrieux... ***que suben por las morrenas*** hasta el goteo y escurridero (***pisseux***) de Bonnenuit."

En estos textos, ***morrena*** (palabra dialectal) y ***ruyna*** (palabra francesa) son equivalentes.

Por otra parte, en este mismo texto (A. D. alta Saboya, 10 G 287), Bernard Combet señala, no lejos de Montquart-les-Bossons, una "*ruina* de Bois-David" (morrena de Bois-David), cerca de la cual pasó. Ahora bien, Bois-David era todavía en 1315 un hábitat (texto del 6 de enero de 1315, que publicó Bonnefoy en 1879-1883, I, p. 174: en la alusión a "Michel, hijo de Pelarin, de Bois-David"). En fecha indeterminada entre 1315 y 1580 ¿constituyó un avance glaciar esta morrena de Bois-David?, ¿acabó con el hábitat? En todo caso, no he encontrado rastro alguno de Bois-David en los archivos ni en la toponimia contemporánea, escrita u oral, de Chamonix o de Bossons.

ANEXO 6

La Froidière de Chaux-les-Passavent (Jura)

La visita que hizo Poissenot a La Froidière (*cf.* su texto en Poissenot, 1586) tuvo lugar en un cálido día de julio: "Porque era el segundo día de julio y brillaba el Sol tan ardorosamente que nos hacía sudar a gotas", escribe Poissenot, que aprecia tanto más "la frescura tan agradable" que se siente desde la primera vez que se entra en la gruta.

Después se han dado numerosas descripciones de La Froidière: citas y bibliografía en Depping, 1845, p. 438 (en el capítulo "Franco Condado") y en E. Fournier, 1899, p. 87, y 1923, p. 85. Todos los textos que se mencionan, desde Poissenot y el abate Boisot (Boisot, 1686, pp. 226-228) hasta Depping y Fournier, representan un contraste implí-

cito entre la glaciación de la gruta (cuando terminaba el siglo XVI, hasta el siglo XIX) y su estado contemporáneo de glaciación casi completa (1910-1960). A este respecto he podido obtener sobre el terreno informes concordantes de H. Humbert, actual guardián de la gruta e hijo del anterior cuidador, que lo fue de 1900 a 1910.

Otra observación interesante: cerca de la entrada de la gruta se han concentrado objetos prehistóricos de la Edad de Bronce (Fournier, 1899).

ANEXO 7

HÁBITATS DESTRUIDOS POR LOS AVANCES GLACIARES HACIA 1600

A) *Le Chatelard.* Primera referencia (11 y 12 de mayo de 1289) en Bonnefoy, 1879, I, p. 68 (pero se trata posiblemente de otro Chatelard, al norte de Vallorsine). Respecto a la toponimia *cf.* R. Blanchard, en *Los Alpes occidentales,* vol. VII, p. 467.

Referencias ciertas del Chatelard y también de La Rosière, en las cuentas decimales, a partir de 1377-1388; A. D. Alta Saboya, 10 G 226-1 folio 1 *et passim* (años 1377-1388); *ibidem,* 10 G 226-2 (año 1384) (*exitus decime de Castellari;... de nemoribus..., de pratis,* etc.); 10 G 227, año 1453; 10 G 228, año 1546, folio 1, etc.; 10 G 229, año 1457; y Bonnefoy, 1879, I, pp. 303, 304, 305, 308; 10 G 281, año 1458: alusión a la costa del Piget (*Costa super Castelar*); 10 G 233, año 1467: habitantes del *Castelar* y costa arriba; 10 G 237-1, años 1521-1522: diezmo del cáñamo en el Chatelard (14 libras) y alusiones a las costas del Piget, cerca de Bois (*Costae de nemoribus*); *ibidem,* año 1523, *in molendino de chastellart;* 10 G 238, año de 1530, numerosas alusiones a las tierras y casas situadas en el Chatelard; *ibidem,* años 1533-1534-1535; lo mismo, 10 G 240, año 1540 (noviembre); 10 G 241, año 1544; 10 G 242, año 1545; en las cuentas de 1557, de 255 actas de laudemio y ventas, de las cuales dos conciernen a Le Chatelard y tres a La Rosière; *ibidem,* 10 G 246, año 1561, tres alusiones en 94 actas; 10 G 310 y 311, año 1559, censo de las familias del Chatelard, de La Rosière y de los otros caseríos de Chamonix (por causa de una huelga de "primicias" decimales de los deudores); 10 G 312 (año 1562), folio 12 vº, 13 rº, 25 y 47 rº: descripción del Chatelard a propósito de una agresión contraria a los diezmos; 10 G 248, años 1564, 1565 y 1566, adquisiciones diversas de tierras y casas en el Chatelard; 10 G 250, años 1570-1571, sobre 201 laudemios, de los que 5 conciernen al Chatelard principalmente en octubre y diciembre de 1570 y julio de 1571; 10 G 254, año de 1590: laudemios y ventas de tierras (pero no de casas) situadas en el Chatelard; las cuentas décimas de 1590 ("recepción de diezmos", 10 G 254) son las últimas que llevan la mención acostumbrada "diezmo de Bois y del Chatelard"; a partir de 1600 (10 G 255) se dice "diez-

mo de Bois" solamente. Sin embargo, el 10 G 225 (año 1600) todavía hay ventas y cambios de casas entre los habitantes del Chatelard, designados nominalmente. En 1602 (10 G 256), apogeo de la catástrofe glaciar: solamente 19 actas de laudemios y ventas en Chamonix, en lugar de 100 o 200 por año común del siglo XVI. En los laudemios y ventas de octubre de 1621 a septiembre de 1622 (después de una gran laguna en los documentos de 1602 a 1621), en 90 actas no se menciona la Rosière, Argentière ni Bois, poblados subglaciares. Solamente se acredita la adquisición de un *granero* situado en Chatelard. *Véanse* también los textos de 1616 y de 1643, que se mencionaron *supra* en el capítulo III. En la visita pastoral de 1649, se trata del "poblado del Chatelard llamado de Thines" (10 G 270); lo mismo en 1694 (*ibidem*). El antiguo hábitat se confunde así con el hábitat superviviente y muy cercano a Tines. El Chatelard mismo subsiste, no como hábitat, sino como "masía" (*manse*), circunscripción puramente geográfica de recaudación de adeudos. He aquí descrito en 1755, con los nombres de lugares llamados vecinos de Tines, Levancher y Bois:

> La masía de Chatelard se llama ahora masía, *la toma* de las *ciénagas* y la toma nona, que confina desde la masía de los Japers y de Landrieux por *Arve du couchant,* la parte de tierra con la *capilla del viento* tendidas por el Enjoleiron para herir al fuerte de amor del Lavancher, tendidas además por el *Rey des Crètes* y luego por sobre el Torrente (morrena) donde está enclavada la cañada del Lavancher y todo Bonnanex salvo lo que son pequeñeces hasta Passioux (cascada del Derrame, hoy del Sombrero). (A. D. alta Saboya, 10 G 282-4, 9 de marzo de 1755).

Toda la tierra descrita se encuentra situada en las hojas C3 y C5 del actual catastro de 1945 (lugares llamados Bois Gaudin, Bois de Bonanée, La Pendant).

Otro texto (10 G 28-1, año de 1679, pp. 124, 126, 137, 140 y 141) indica que la "Masía de Joppers y de Landrieux que contienen otras muchas masías desconocidas" se confunde con el terreno de los Bois, hasta Montenvers, y que la antigua masía del Gerdil, que es otra denominación, comprende las masías del Lavancher y del Chatelard.

Por último, otro indicio de la muy grande proximidad del Chatelard y de los Tines, son las visitas pastorales de 1693 y 1702 que hablan todavía de "la capilla de Santa Teódula en el Chatelard llamado de los Tines" (A. D. alta Saboya, 121 y 122, folio 388). Esta capilla, que sigue existiendo, no es otra que "la capilla del viento" mencionada antes. Sobre la posición más probable del Chatelard, *véase* la figura VIII, mapa de los Bois y de los Tines.

B) *Bonanay*. En A. D. alta Saboya, 10 G 280, folio 54 v°. año 1458, está la enumeración de los 45 censatarios de la masía del Gerdil (= Chatelard + Lavancher); al final, "pro *terra* bonenoctis, 14 de-

narii" (folio 54 v°); lo mismo en el 10 G 233, año de 1467, se encuentra una enumeración semejante (folio 50 v°). La palabra *terra* es fundamental; indica un sembrado, en oposición (dentro del mismo texto) y por otro lugar llamado, en *"pro plano et monte"* (folio 50 r°), ya que esta última expresión no significa la existencia de cultivos.

En 1523, otro texto dice: "Die Tercia may (1523) Johannes filius eiusden Johannis fabri emit a guillielmo filio michaelis veytet et ab eius uxore videlicet unam peciam terre contra medietatem unius Regard, cum curtinis eiusdem et los aysous appartenentes; item portionem locum unam communem sibi pertinentem et aquam du pyssiou sitam in territorio de Bonanex precio 160 florines." (A. D. alta Saboya, 10 G 237-1, fin del registro, no foliado.)

Estos 160 florines representan una gran suma: el promedio de las transacciones en esta clase de actas se eleva a 20 florine, aproximadamente.

Texto de 155-1557: "Michael Massat et ems (ilegible) emerunt una p^a^ terrae en chastellard a Johan Hugo de Bonanex." (A. D. alta Saboya, 10 G 245, cuentas de junio de 1557, capítulo de laudemios y ventas.)

El texto de 1562 está en A. D. alta Saboya, 10 G 312, año de 1562, folio 34 r°.

El texto de junio de 1571 está en 10 G 250: "Petrus fabri bonaudy emit a perneta... et michaeli Leschiaz viro medietatem unius curtilis cum pertinent in loco de Bonanay, pretia, 4 flor."

El texto de 1591 está en 10 G 254: cuentas de "1590", capítulo de laudemios, enero de 1591.

A continuación (después de 1600), Bonanay no es ya más que un lugar llamado así, enclavado en una morrena o "ruina" (*cf. supra,* texto de 1679 en el anexo 5).

C) Acerca de *La Rosière,* textos desde 1315 y 1390 (Bonnefoy, 1879, I, pp. 174, 281, 381). *Cf.* también *ibid.,* II, pp. 28 y 54; 10 G 231, cuentas de diezmos de 1463; etc. (*cf.* las mismas fuentes indicadas para Le Chatelard).

D) *Santa Petronila de Grindelwald.* El mejor estudio es el de W. B. Coolidge, 1911.

Véase, sin embargo, una indicación suplementaria que escapó a Coolidge.

He observado (*supra,* capítulo IV) de acuerdo con un texto de la época, que la capilla de Santa Petronila existía en 1520. Otro texto permite completar hacia "arriba" esta cronología; efectivamente, en 1510 fueron acusadas dos personas de Grindelwald, por haber sustraído cuatro chelines del cepo de la capilla de Santa Petronila (protocolos del cantón de Grindelwald, Archivos de Berna; texto que comunicó amablemente el erudito de Grindelwald, señor Ch. Roth).

El poema de Rebmann (muerto en 1605), por su parte, ha sido mencionado principalmente por E. Friedli, 1908, p. 51; por *Echo von Grin-*

delwald, número 7 del 3 de julio de 1963 y, sobre todo, por Coolidge, 1911. *Cf.* también a Merian, 1642, p. 25; Scheuchzer, 1723; Grüner, 1760.

Observemos por último, como conclusión de este anexo, el curioso texto de Bourrit, 1785, volumen III, p. 174: los viejos de Argentière aseguran a Bourrit que las minas de plata que habrían dado su nombre al glaciar de Argentière *"no habían sido aún completamente cubiertas por el glaciar hace dos siglos"* (es decir hacia 1580). La cronología es excelente, pero jamás se ha probado la existencia misma de esas minas.

ANEXO 8

LOS "ACONTECIMIENTOS" DE CHAMONIX, HACIA 1628-1630

A. Dos textos, de marzo de 1640 y de 24 de julio de 1640 (A. C. Cham., CC 3, números 33 a 99) hablan de "la tercera parte de bienes raíces y cultivables que se perdieron hace aproximadamente 10 años... por aludes, nevadas y ventisqueros". Otro texto (*ibidem,* CC 4-1, año de 1640) habla de un gran desbordamiento del Arve provocado por los glaciares de "12 años acá". Por último, hacia 1665 indica un documento conservado en A. D. H. S., 10 G 273 *bis,* que no ha habido catástrofe mayor en Chamonix fuera de los años de 1628, 1640-1644 y 1664.

B. En cuanto al fechado con carbono 14 de maderas morrénicas provenientes del glaciar de Taconaz (*cf.* capítulo IV), damos como sigue la posición y el aspecto preciso del deslizamiento de que se trata, de acuerdo con un informe Corbel-L. R. L. de 1962:

> Uno de nosotros acabó por descubrir, en el borde del glaciar de Taconaz, residuos de troncos de árboles (*pinus cembro*), completamente despojados de su corteza, sólidamente cogidos bajo una morrena lateral. Los autores subieron por eso a este glaciar para desprender esos residuos. El deslizamiento está situado sobre el borde derecho del glaciar de Taconaz o Tacona (mapa de 1/50 000º, Chamonix-Monte Blanco; mapa 1/10 000º Monte Blanco, 1 Norte, Aguja del Mediodía). El camino que sube al glaciar sigue por la cresta de una vieja morrena. El contacto de la morrena con la roca (donde se hace más difícil la subida) en el mapa está acotado a 1 738 metros. Los maderos mencionados se encuentran 100 metros más abajo, es decir, en la base de la morrena antigua, cuya pendiente muy rígida fue separada por la reciente erosión. La altura del deslizamiento es de cerca de 1 700 metros (medida con el altímetro Thommen). Los maderos de estos árboles son extremadamente duros. La extracción y el corte de las muestras fueron difíciles.

ANEXO 9

DATOS COMPARATIVOS ACERCA DE LA DEMOGRAFÍA Y LA ECONOMÍA DE CHAMONIX

1. *Demografía*

Fuentes: Listas de deudores del siglo xv, principalmente de 1458 (A. D. alta Saboya, 10 G 280); listas de 1559 (A. D. alta Saboya, 10 G 311); listas de 1679, 1706, 1733 (*ibidem,* 10 G 282-1, 3 y 4). *Cf.* también para comparar con otras regiones, a Baratier, 1961; Faber, etc., 1965, p. 110, y L. R. L., 1966, segunda, cuarta y quinta partes.

2. *Economía y producción annimal*

Las entregas de queso de las campiñas que dominan el valle están incluidas en las cuentas de priorato de Chamonix a partir de 1540 (principalmente en 10 G 240, 241, 244, etcétera) y hasta en las cuentas de 1621-1622.

ANEXO 10

DATOS COMPLEMENTARIOS ACERCA DEL FRENTE DEL MAR DE HIELO (1764-1784)

1. *Gruta del Arveyrón*

A las descripciones de Martel y de Saussure, mencionadas *antes,* en el capítulo III, y a los dibujos de Bourrit y de Bacler d'Albe reproducidos en Mougin, 1912, láminas III y IV, debe agregarse un texto poco conocido de 1764.[1] Cuando el autor anónimo recuerda los glaciares, "torrentes de témpanos... petrificados e inmóviles" escribe:

> Del lago helado (el valle Blanco), se desbordan y toman su pendiente hacia el valle de Chamuní muchos grandes regueros de témpanos...; *en el valle mismo de Chamuní,* estos mismos torrentes (*sic*) ofrecen a los viajeros una nueva decoración. Cada desembocadura forma ahí como un frontispicio de iglesia, con una gran arcada, donde se descubre una *espaciosa caverna* guarnecida y abovedada de hielos y, aquí y allá, cuelgan varillas de hielo como tubos de órgano. De ahí corre un arroyo límpido que va a engrosar al Arve. El más caudaloso de estos arroyos que pasa bajo la bóveda más grande *se llama*

[1] Aquí he puesto en cursivas ciertos pasajes.

Arberon (*Relación anónima*. . . de 1764, editada por Ferrand, 1912, pp. 46-47).

No podría decirse mejor que la gruta del Arveyron, emisario del mar de Hielo, está plenamente *formada y visible desde el valle en 1764*. Lo que muestra una situación doblemente distinta de la actual.

2. *Posición del frente del mar de Hielo en los años 1770*

Textos suplementarios (para unirse a los textos y grabados que se mencionan o se emplean, *antes,* capítulo IV): en agosto y septiembre de 1775, Thomas Blaikie, de visita en Chamonix, se pasea por el flanco este de *"ese glaciar que se extiende casi hasta una pequeña localidad llamada Bois; del extremo de este glaciar comienza a salir el río Arveyron por abajo del hielo que forma un gran arco"* (Blaikie, *Diary,* edition 1931, citado por Bernardi, 1965, pp. 262-263). *Cf.* también, tratándose del glaciar de Bois "que llega casi hasta la planicie" y, en cuanto al fácil acceso a la fuente-gruta del Arveyrón. Bourrit, 1773, p. 36, 1776, pp. 18-19, y 1785, pp. 111-115. Todos estos textos merecen el mismo comentario que el de *arriba,* en este anexo 10, párrafo 1.

3. *Posición del frente del mar de Hielo en 1784*

Saussure observa en 1784 cierta retirada del mar de Hielo en comparación con el máximo de 1777 (*cf.* Mougin, 1912, p. 164). Sin embargo, éste sigue muy adelantado: lo prueba el mapa del mismo Saussure (1785), en el que está el frente glaciar 730 metros adelante de su posición de 1911 (es decir, a 1 000 metros adelante de la "línea de la copa"), según Mougin, 1912, pp. 164 y 174. Lo prueba también un texto jamás comentado de Saussure, II, 1786, p. 19); en 1784, después de medir en el terreno, Saussure encuentra el frente (en retroceso) del glaciar de Bois a 500 pasos en línea recta de la vieja morrena (de 1600) que bordea el camino que va del priorato a la capilla de Tines; [2] si se mide esta distancia en el mapa de Lliboutry, 1965, p. 726, donde está bien representada esta vieja morrena, se ve que el mismo frente glaciar está en 1784 a 800 o 1 000 metros, aproximadamente, adelante de su posición de 1958.

4. *Posición del frente del mar de Hielo en 1805-1814*

Para este período, en el que son raros los testimonios, H. Ferrand (1920, pp. 60-61) ha reunido diversas referencias. Yo he podido encontrar los textos que corresponden a algunas de éstas. Tenemos aquí tres textos:

El 24 de julio de 1805, Henri de la Bédoyère visita a Chamonix. Percibe desde el fondo del valle del Arve, *"el glaciar de Bois que se en-*

[2] Acerca de esta capilla, *cf.* el anexo 7 (párrafo "Chatelard").

corva sobre el valle". Y visita, cerca del caserío de Bois, la fuente-caverna del Arveyrón (La Bédoyère, edición 1807, pp. 397, 402 y 403, y edición de 1849, pp. 329 y 334; sobre el significado glaciológico de la caverna *véase supra,* capítulo IV). La descripción de La Bédoyère (sintomática de un mar de hielo expandido, encorvado, cercano *y visible desde la planicie del Arve*) se confirma por completo un mes después, con la de Chateaubriand (fines de agosto de 1805) que nos muestra el mar de Hielo desbordándose muy hacia abajo del Montenvers, y ocupando la pendiente casi vertical que *ve hacia* el valle de Chamonix. El glaciar de Bois es visible, una vez más, desde Chamonix:

> Me detuve en el pueblo de Chamuní y fui al día siguiente a Montenvert... Cuando llegué a su cumbre descubrí lo que se llama impropiamente mar de Hielo. Imaginemos un valle cuyo fondo está cubierto enteramente por un río... En el extremo de este valle se encuentra una pendiente *que mira hacia el valle de Chamuní. Esta pendiente, casi vertical, se encuentra ocupada por la porción del mar de Hielo que se llama glaciar de Bois.*[3]

En 1810, X. Leschevin (Leschevin, 1812, pp. 271-285) a su vez fue a Chamonix. A uno de sus compañeros le declaró "que no abandonaría *el fondo del valle,* que se limitaría a hacerse conducir *a la fuente del Arveyrón y abajo del glaciar de Bois,* y volvió a dormirse" (p. 251). Leschevin, por su parte, sube al Montenvers; de ahí desciende luego a la punta del glaciar de Bois, por el bosque y el sendero de la Felia o de la Filia (p. 276). Describe este glaciar como *"en descenso hasta el valle de Chamuní, donde toma el nombre de glaciar de Bois, que es el de un caserío cerca del cual termina"*. Contempla la gruta del Arveyrón, que puede tener hasta 32 metros de altura. La fuente-caverna de este río está, según él, a sólo dos kilómetros del confluente Arve-Arveyrón, estimación que puede ser muy corta pero que, en su pequeñez aun exagerada, sigue siendo impresionante (la misma distancia del glaciar encogido de la época actual, es de 3.6 kilómetros, según el mapa I. G. N. en 1/20 000° de 1949, folio Chamonix 5-6). Esta descripción de 1810 corresponde pues, plenamente, al grabado de Gabriel Lory hecho en 1810, que también muestra un glaciar de Bois extendido y descendente "hasta la planicie" (reproducción de este grabado en Engel, 1961, sin foliar, 3a. página del párrafo 4).

Por último, Meneval (1814, pp. 78 *ss.*) desciende del Montenvers en julio de 1814, por el sendero del bosque de *la Filia,* cuya pendiente es bastante rígida según estima, y llega así *directamente* al glaciar de Bois que encuentra "rodeado de bosque de pinos". Sus guías le dicen haber notado que *"desde hacía tiempo la montaña de hielo avanzaba hacia la planicie de manera sensible"*.

[3] Chateaubriand, edición 1920, pp. 12 y 13.

Todos estos textos son característicos del período de larga crecida del glaciar de Bois (comparar con las observaciones hechas en el capítulo IV). En especial, es interesante la repetida referencia (Leschevin y Meneval) que se hace del bosque y el sendero de *la Filia.* (Acerca de la posición de *la Filia* al oeste de los lugares llamados Mottets y La Jorasse, *cf.* el mapa Vallot-Larminat del macizo del Monte Blanco en 1/50 000°; o el mapa I. G. N. en 1/10 000°, Chamonix-Monte Blanco, folio Chamonix 5 Sur.) El itinerario directo Montenvers-La Filia-Glaciar de Bois no tiene otro sentido, en efecto, sino el de que el glaciar de que se trata se desborda ampliamente de los peñascos de Mottets hacia el Sudoeste. Si, por lo contrario, como es el caso ahora, el glaciar se ha adentrado en el nordeste de Mottets, este itinerario directo, como tal no tiene ya razón de ser.

Por último, notemos nuevamente la distinción metodológica entre la situación de larga duración (el glaciar de Bois se sitúa "casi hasta la planicie", en 1805, 1810 y 1814, así como en 1580 a 1850), por una parte y, por la otra, el empuje breve y violento que, sobre este fondo de crecida pendiente, se perfila en 1814: es ya el famoso empuje que culminará hacia los años de 1817 a 1820.

ANEXO 11

Los inviernos

A. Yo había pensado (*cf. Los campesinos de Languedoc,* capítulo I) dar en este libro sobre el clima, mi fichero completo de los fenómenos meteorológicos que se observaron en Languedoc y el Mediodía francés durante los siglos XV al XVIII. Pero ese proyecto resultó incompatible con el formato de esta obra, sobresaturada ya de los datos de las vendimias (anexo 12), por ello he colocado aquí mismo la parte (resumida) más significativa de mis series de acontecimientos, que se refiere a los inviernos del siglo XVI.

A. Los inviernos de Languedoc y del Mediodía en el siglo XVI
(Referencias relativas al cuadro y a la gráfica
colocados al final de este libro)

1491[1] Fuentes: A. C. Carpentras, BB 107, folio 63, deliberación del 14 de mayo de 1491: Gaufridi, 1694, vol. I, p. 369; Massip, 1894.
1494 Fuster, 1845, p. 289; Papon, 1786, IV, p. 18.
1495 *Ibidem,* p. 18.

[1] "1491" significa "invierno: diciembre de 1490, enero, febrero y marzo de 1491"; y así después.

1505 (y no 1506) Fornery, 1910, p. 507.

1506 *Ibidem,* y sobre todo *Crónica consular de Beziers,* 1839.

1517 A. C. Valencia BB 4, 17 de enero 1517.

1518 *Cron. cons. Bez.,* 1839.

1523 *Cron. cons. Bez.,* 1839; A. D. Tarn y Garonne, G 1134, folio 10; Martin, 1900, I, p. 297.

1524 (de hecho noviembre de 1523) Martin, 1900 I, p. 297.

1527 *Cron. cons. Bez.* (edición 1839), folio 102 vº.

1540 A. C. M., cuentas, registro 617, folio 24; A. D. Gironda, G. 479, 23 de marzo de 1540.

1544 Finca Chobaut.

1552 Platter, F., edición 1892, p. 31.

1557 *Ibidem,* p. 146.

1565 Devic, 1872-1892, XI, p. 465; Finca Chobaut.

1568 (?) Fornery, 1910, II, p. 121.

1571 Forney, 1910, II, p. 152; Villeneuve, 1821; Papon, 1786; Devic, 1872-1892, XI, p. 542; Bouges, 1741, p. 340; A. C. Aix, BB 68, folio 64, 15 de enero de 1571; A. C. Malaucène (Vaucluse), BB 11, folio 83.

1573 Finca Chobaut; *Crónica Bordelesa* de esta fecha; Devic, 1872-1892, XI, p. 558, nota 5 y p. 563; Febvre, 1912, p. 766.

1580 Martin (A), *Historia de Mende,* p. 25.

1583 Finca Chobaut.

1584 *Historia del comercio de Marsella,* III, p. 416.

1587 Devic, 1872-1892, XI, pp. 757-762; Gaufridi, 1694, II, pp. 623-624; Massip, 1894-1895.

1590 Gaufridi, 1694, II, p. 679.

1591 A. C. Cordes, CC 147; Gaufridi, 1694, II, p. 708.

1595 (diciembre de 1594) Villeneuve, 1821; Fuster, 1845, p. 289.

1597 Platter, edición 1892, p. 322; D'Aigrefeuille, edición 1885, II, p. 20.

1598 Platter, edición 1892, II, p. 347.

1600 Finca Chobaut; A. C. Narb., BB 6, 4 de abril de 1600; Papon, 1786, IV, p. 416.

1603 Baehrel, 1961; A. C. M. (inventario impreso), IX, p. 13; Villeneuve, 1821.

1608 Devic, 1872-1892, XI, p. 901.

B. *Los inviernos amberinos en el siglo XVI según Van del Wee (1963)*

Decenios	A	B	C	C′	C″	D	E	F	G	H
1500-1509	4	1	2		2		1	2	1	3
1510-1519	4	1	5	2	3		2		1	1

B. *Los inviernos*... (*cont.*)

	A	B	C	C'	C''	D	E	F	G	H
1520-1529	4					2	3	1		1
1530-1539	2	1	2		1		5	2		2
1540-1549	4	1	2	1	1		4		2	2
1550-1559	5	1	1		1		2			
1560-1569	6	2	2		2	1				
1570-1579	5		2	2		4		3		3
1580-1589	4	1	5	4	1	2		2		2
1590-1599	3	1	7	3	4	1		1		1

A : Número de inviernos (en el decenio que se considera), donde la documentación omite acerca del carácter *térmico* de la estación invernal.
B : Número de inviernos severos en el decenio.
C : Número de inviernos que llevan mención de heladas, ordinarias o severas.
C' : *Idem,* pero considerando solamente las heladas ordinarias.
C'': *Idem,* pero considerando solamente las heladas severas.
D : Número de inviernos que llevan mención de "mucha nieve".
E : Número de inviernos que llevan simplemente la mención de "nieve", sin otro calificativo.
F : Número de inviernos "suaves".
G : Número de inviernos "muy suaves".
H : Número de inviernos "suaves y muy suaves".

(Se sobreentiende que el invierno de "1500" incluye diciembre de 1499 y enero y febrero de 1500; y así después. No se consideran los acontecimientos que se refieren a los meses de noviembre, marzo, etcétera.)

Después de examinar este cuadro se observará que:

1º De modo contrario a lo que podría esperarse, la información acerca de los fenómenos térmicos disminuye más bien después de 1550. Se desconocen 18 inviernos desde el punto de vista térmico, entre 1500 y 1549, contra 23 entre 1550 y 1599. Es decir 32 inviernos conocidos en la primera mitad del siglo y 27 en la segunda.

2º El número de inviernos llamados "severos" (columna B) aumenta de 4 (sobre 32) antes de 1550, a 5 (sobre 27) después de 1550.

3º El número de "heladas" (columna C) pasa al mismo tiempo de 11 sobre 32, a 17 sobre 27, es decir de 4 sobre 32 a 9 sobre 27 en las heladas ordinarias, y de 7 sobre 32 a 8 sobre 27 en las heladas severas.

4º La mención de "mucha nieve" (columna D) aumenta radicalmente después de 1550 (de 2 sobre 32 a 8 sobre 27); más exactamente después de 1560. La mención de "nieve" simple, por lo contrario, cae.

5º Por otra parte, después de 1550 se ve disminuir el número de inviernos "suaves y muy suaves" (columna H): de 9 sobre 32 a 6 sobre 27; especialmente el de "muy suaves": de 4 sobre 32 a 0 sobre 27.

ANEXO 12

SERIES FENOLÓGICAS:
FECHAS DE VENDIMIAS FRANCESAS
Y DATOS VITÍCOLAS DIVERSOS

Este anexo comprende:

A) Las fechas de vendimias meridionales; [1]

B) Las diferentes medias (meridionales, "centrales-septentrionales" y "nacionales") de las fechas de vendimias del "siglo XVI" (1484-1619), y de los siglos XVII y XVIII.

C) Diversos datos acerca de las fechas de vendimias y relativos a las cosechas.

A) *Fechas de vendimias meridionales*

a) Primero indico las localidades de que se trata en el cuadro anterior, así como el número de la columna que corresponde a cada una de ellas. Todas estas localidades están situadas en el condado Venaissin, hasta el número 75 inclusive: del 1 al 75 se trata de datos tomados de la finca Chobaut de Aviñón en el admirable expediente "Viñas y vendimias"; a partir del número 76 inclusive, las localidades están situadas en el actual departamento de Herault, salvo indicación particular y, con ciertas excepciones, provienen de las series BB y accesoriamente CC, FF y HH de los archivos comunales.

1 Apt; 2 Aubignan; 3 Aviñón; 4 Baume; 5 Bedarrides; 6 Bedoin; 7 Bollène; 8 Buisson; 9 Cabrières; 10 Caderousse; 11 Camaut; 12 Caromb; 13 Carpentras; 14 Caumont-sur Durance 15 Cavaillón; 16 Châteaneuf-du-Pape; 17 Courthezon; 18 Le Crestet; 19 Gadañe; 20 Gigondas; 21 Entraigues-sur-la-Sorgue; 22 L'Isle; 23 Jonquières; 24 Joucas; 25 Loriol; 26 Malaucène; 27 Malemort; 28 Mazan; 29 Montdragon; 30 Monteux; 31 Mortmoiron; 32 Mornas; 33 Orange; 34 Calcernies; 35 Pernes; 36 Convento de los Agustinos de Pernes; 37 Piolenc; 38 Puymeras; 39 Robion; 40 Saignon; 41 Santa Cecilia; 42 Saint Didier; 43 Saint Romain-en-Viennos; 44 San Saturnino de Aviñón; 45 Sarrians; 46 Sault; 47 Saumanes; 48 Serignan; 49 Sorgues; 50 Le Thork; 51 Vaison; 52 Valréas; 53 Vedènes; 54 Villedieu; 55 Villes-sur-Auze; 56 Violé; 57 Visan; 58 Propiedad en custodia de Duceline de Saze; 59 Moscatel del obispo; 60 Franciscanos de Aviñón; 61 Benedictinos de Santa Catalina de Aviñón; 62 Franciscanos de Aviñón (otro viñedo); 63 Morières, en tierra de Aviñón (A. C. Aviñón, serie FF); 64 Resto de la tierra de Aviñón (*ibidem*); 65

[1] Volvemos a llamar la atención sobre las fechas de las vendimias septentrionales que se encuentran en Angot, 1883 (obra indispensable) y en Duchaussoy, 1934.

Aviñón (serie HH); 66 Día en que se admite a la vendimia penetrar por las puertas de Aviñón (*ibidem,* serie CC); 67 Aviñón, ordenanzas particulares de vendimias; 68 Cartuja de Bonpas en Caumont; 69 Cavaillon: diversas parcelas de la tierra, no incluida la de Vergas; 70 Pertuis; 71 Moscatel del Thor; 82 Opède; 73 Laval; 74 Aviñón (libro de cuentas de un propietario de Morières); 75 *idem,* de Corambaud; 76 Valencia (Drome); 77 Cordes (Tarn); 78 Saint-Jean-du-Bruel (Aveyron); 79 Castres (Tarn); 80 Saix (Tarn); 81 Gaillac (Tarn); 82 Montpeyroux; 83 Gap (altos Alpes); 84 Gignac; 85 Fabrègues; 86 Frontignan; 87 Marsillargues; 88 Montpellier; 89 Lunel; 90 Bèziers; 91 Aniane; 92 Lansargues; 93 Maugio; 94 Dominio de Méric, cerca de Montpellier; 95 Lodève; 96 Chusclan (Gard.); 97 Narbona (Aude); 98 Ordenanzas de los Tribunales de justicia del condado Venaissin; 99 Laudun (Gard); 100 Villefranche-de-Rouergue; 101 Cessenon-sur-Orb; 102 Burdeos (Jurade); 103 Gironda (abadía de Bonlieu, A. D. Gironda, H 1136); 104 Santa Cruz de Burdeos (A. D.) Gir., serie H); 105 San Severina de Burdeos (A. D. Gir., Serie G); 106 Viñedo del Arzobispo en Burdeos; 107 Expediente del senescal de Burdeos que se refiere a las autorizaciones de fecha de vendimia que otorga el cabildo de San Severino (A. D. Gir., G 1078); 108 Valladolid [2] (según Bennassar); 109 Montpezat-an-Quercy, fecha efectiva de vendimias (Fuentes: A. D. Tarn-et-Garona, G. 846 a 848 y III E, 680 y sig.; Latouche, 1923, p. 219); 110 Pichon-Longueville, Gironda (esta última serie está tomada de Angot, 1883).

b) Cuadro de fechas de vendimias por año y por localidad. (Ver este cuadro en las páginas que siguen).

La sucesión de años (de los que se poseen datos) figura, de arriba a abajo, en la columna de la izquierda de las páginas siguientes y, en caso dado, en las columnas intercaladas. En el renglón superior de las páginas y de izquierda a derecha, se encontrarán los números que indican las localidades, y las columnas subyacentes precisan las fechas de sus vendimias. Estas fechas, por su parte, están dadas en número de días contenidos a partir del 1º. de septiembre = 1 (28 = 28 de septiembre; 34 = 4 de octubre; 0 = 31 de agosto; — 1 = 30 de agosto, etc.). Tratándose de todas las fechas anteriores a 1583 (año de Languedoc, en que se aplicó el nuevo calendario), el autor efectuó la corrección gregoriana.

Nota bene. La cifra 71 en 16-1602 es dudosa y no se ha considerado en los promedios que se incluyen en el párrafo B de este anexo 12.

B) *Promedios de las fechas de vendimias francesas de los siglos* XVI *a* XVIII

a) Fechas de vendimias en el siglo XVI.[3]

[2] Sobre esta serie, *véase* también a Bennassar, 1967, y Anes Álvarez, 1967.

[3] La serie que sigue está más nutrida, gracias a un número mayor de

AÑOS	58	AÑOS	59	AÑOS	13	110	AÑOS	13	19	60	62	110	AÑOS	13	61	108
1330		1360		1420			1450						1480			
1331		1361		1421			1451					45	1481			
1332		1362		1422			1452						1482			
1333		1363		1423			1453						1483			
1334		1364		1424			1454						1484	6		
1335		1365	13	1425			1455						1485			
1336		1366	31	1426			1456						1486			
1337		1367	46	1427			1457						1487			
1338		1368		1428			1458	7		7			1488			
1339		1369		1429			1459			28			1489			
1340		1370		1430			1460			18			1490			
1341		1371		1431			1461			13		27	1491			
1342		1372		1432			1462			5			1492			
1343		1373		1433	7		1463			33			1493			
1344		1374		1434			1464			20			1494			
1345		1375		1435			1465			35		59	1495			
1346		1376		1436	20		1466			28			1496		27	
1347		1377		1437	16		1467				17		1497			
1348		1378		1438	14		1468						1498			
1349	19	1379		1439			1469				20		1499			49
1350	21	1380		1440	7		1470				19		1500			40
1351	21	1381		1441	15		1471						1501			37
1352	36	1382		1442	9		1472						1502			
1353	8	1383		1443	12		1473						1503			39
1354	8	1384		1444	15		1474					45	1504			36
1355	14	1385		1445			1475		8		21		1505			
1356	29	1386		1446			1476	12			4	36	1506			48
1357	25	1387		1447			1477						1507			
1358	11	1388		1448			1478					25	1508			53
1359		1389		1449		49	1479						1509			

AÑOS	109	110	AÑOS	14	33	50	72	76	88	90	102	108	109	AÑOS	7	9	13	15
1480			1510									45		1540				
1481			1511									35		1541				10
1482		41	1512									45	25	1542				
1483	18	26	1513									57		1543				
1484		14	1514											1544				
1485	50	53	1515											1545				
1486			1516											1546				
1487			1517									45	3	1547				
1488			1518											1548				
1489			1519									47		1549				
1490			1520											1550	13			
1491			1521											1551	20		10	
1492	25		1522											1552				
1493	29		1523											1553	21			
1494			1524							5				1554				
1495			1525											1555				
1496			1526											1556			4	
1497			1527		40							61		1557				
1498			1528									53		1558				
1499	34		1529									45		1559				
1500			1530											1560				
1501	16		1531											1561				
1502			1532	3			3				32			1562		5		
1503	27		1533				12				40			1563				
1504			1534			5	3				29			1564				
1505			1535				15							1565				
1506	36		1536						20					1566				
1507			1537	19				20						1567				
1508			1538											1568		16		
1509			1539											1569				

AÑOS	62	76	101	106	108	109	AÑOS	10	13	16	19	24	26	30	35	36	50	63	64
1540		11			37		1570												
1541					53		1571		2										
1542					49		1572									14			
1543					48		1573									19			
1544							1574									10			
1545					31		1575									8			
1546					32		1576									16			
1547							1577			11						13			
1548							1578				13	15				5			
1549	13					21	1579									13			
1550	15					10	1580												
1551	12				47		1581									14			
1552	11				45		1582									15			
1553	13				51	28	1583									5			
1554	7		30		41		1584									10			
1555	12				49		1585						22			16			
1556	6				41		1586						23				14		
1557	18				70		1587									22			
1558	15				52		1588									9			
1559	2		19				1589	14						8					
1560	12			40	54		1590						19			17			
1561	4			28	41		1591	16								13			
1562	3			24	47		1592						14	10		11			
1563				40		16	1593						15			10			
1564				45	42		1594						19			9			
1565				32	45		1595	22	15							15	15		
1566				33	42		1596				16		22		16				
1567				30	39		1597	22					25						
1568				35	48		1598	21						15				9	15
1569				46			1599						8			-1			

AÑOS	65	71	79	83	90	97	104	105	106	107	108	109	AÑOS	2	10	11	15	19	22
1570									37				1600		25				
1571									30				1601						
1572									36		52		1602						13
1573									41		49		1603	9				3	9
1574									33		45		1604		16				
1575									34		39		1605		19			12	
1576									36		55		1606					13	
1577											47		1607					1	
1578											32		1608		21			12	
1579					27						38		1609					15	
1580											43	19	1610		20			11	
1581											35		1611		19				
1582											44		1612		24				
1583					22						31		1613		23				
1584											33		1614		22			19	
1585					25						53		1615						
1586										28	35		1616						
1587										33	30		1617						
1588						14				25	33		1618						
1589		23	31								39		1619				7		
1590									28		43		1620			18			
1591								37			44		1621						
1592										27	42		1622						
1593							41				36		1623						
1594	9							50		50	37		1624						
1595								33			32	22	1625						
1596								41		36	52		1626						
1597								45			45		1627						
1598								35			35	31	1628						
1599				20				24			31		1629						

AÑOS	26	28	30	33	35	36	38	50	55	63	64	66	77	83	84	87	88	89	90	91
1600			15		15	15						11		40						
1601	38					18													36	
1602	71					12						4								
1603	8					5			8					24						
1604			6			9	9		15							13				
1605	22					15	7		22	15						19				
1606	23					15			24											
1607	8				5	3			3											
1608						15			21						14				24	
1609			11			15								41						
1610						15			19							17		13		
1611						5			9											
1612					12	15			15				31			15				
1613			12			17			22						24	22				
1614					22	22			26			16			29	32		30		
1615		12				15										24		16		
1616		4	4			6										15				
1617		17	13		15	15			18			9		43		18	21	15		
1618			19			24			27			17		42		27				
1619	18				15	11						5		35		16			23	
1620			14	21		17						9								
1621			17			27		27	28											
1622	22				15	15		15	19			9		31						
1623	25		13		18	18		18						27		23				
1624	22					16		15		9				29						16
1625	26					21		22								24				25
1626		15		21	28	15		15	18	9	15	7		52		24				20
1627			30			31						27				37				
1628	44					32			36					53		39				31
1629	40					19			24			17		40		34			47	31

AÑOS	97	98	101	102	104	105	108	AÑOS	10	26	30	33	36	52	55	57	66	77	81
1600						54	32	1630		29	16		16				11		
1601		30				39	52	1631			15		10						
1602						27	35	1632					22		24		11		
1603				26		24	31	1633					20		23		12	38	
1604							35	1634			15		20		25				
1605						37		1635			15	13	17		17		10		
1606					53	49	28	1636					11		15				
1607						33	33	1637			1		4				0		
1608	15					45	40	1638					6						
1609					30	24	46	1639					15						
1610			8	32		31	35	1640					13					36	
1611				24			37	1641					23					38	
1612				37			40	1642					32						50
1613				39			38	1643					19						
1614							30	1644					19			22			
1615						31	22	1645					9						26
1616					36	34	24	1646					13					32	
1617						28	42	1647		23			16						
1618				41			38	1648			22		22			30			
1619							42	1649					23				20		44
1620				43			39	1650					16						42
1621	26			50			49	1651					–1						23
1622							26	1652					20						44
1623				30			39	1653					13			22		31	
1624	16						30	1654					15					33	37
1625							38	1655					15			30			
1626	21				47		49	1656	18				14						31
1627	31						49	1657	17				15			30			
1628	31						39	1658						22				25	
1629				35			52	1659	12									23	

AÑOS	83	87	88	89	90	91	96	97	102	105	108	109	AÑOS	5	16	26	36	50	57
1630		17			31								1660						
1631	29	17						19					1661				9		
1632					37	30		30					1662						
1633		29				29				40	56		1663						30
1634	40			15	27	25					39		1664			21	15		
1635	24	20				19		14			31		1665						
1636		17				18					31		1666				16		
1637		14			18	14					35		1667				26		
1638		20				20					43		1668						27
1639		19									35		1669						21
1640		24				17				38	45		1670						
1641	42	24	23			23	24				37	37	1671	11			17		22
1642	46	34									38		1672				22		
1643		28		18	28	26					40		1673				32		32
1644		26		17							40		1674				20		
1645		18		13		18	18				41		1675				41		48
1646	27	13			36	17					24		1676				22		28
1647	34	23				20					37		1677						31
1648		31				29	35		30		44		1678	19			26		
1649	44	34				30	32				38		1679	25			26		30
1650		22		19		22	26			40	36		1680	17			23		22
1651		20				15	22				32		1681				22		
1652	46	30	20			27					37		1682						30
1653		24	22	18	26	23	15			29	33		1683						27
1654		30		24			28				44	38	1684					22	
1655		22				15					38		1685					24	22
1656											41		1686				17	23	21
1657			25			28					35		1687				25		30
1658		31	31								48		1688				34	34	36
1659		18	12	15			12				38	18	1689				28	26	33

AÑOS	103	105	108	110	AÑOS	5	16	30	32	35	36	50	57	62	63	67	81	82	83
1660			34		1690	23						34	39				43		
1661			42		1691	30						24	22						
1662		23	39		1692							29	36						
1663		32	45		1693								31						
1664			35		1694								27						
1665		25			1695					29		33	43						
1666	24	23			1696	24						27		27					
1667					1697								29	27					
1668					1698						38		43	13					
1669			33		1699							34		29					
1670			41		1700							34		31					
1671			36		1701						33		40	36					
1672			33		1702						33		34	31				27	Fuerte Tardío
1673			44		1703			24			27		31	31		29	40		35
1674			40		1704						22		24	25					
1675			56	60	1705								35	35				28	
1676			35		1706						18		21	20				16	
1677			38		1707						28		40	28					
1678			54		1708						28		32	30					
1679			43		1709		32				30		37	34				37	
1680			46		1710			22			22		22	18	17			29	
1681			37		1711						23		30					35	
1682			44		1712						21		26					32	
1683			37		1713			60			32		39					38	
1684			45		1714						32		31					40	42
1685			40		1715						24		31					27	
1686			35		1716						36		35					41	
1687			40		1717						30		34					32	
1688			51		1718			12			13		19					23	
1689			36		1719		14	14	15		25		25						

AÑOS	62	66	73	74	75	77	79	80	81	83	84	86	87	88	89	90	91	96	98	101
1660						21			31	23			20	13	16	14				
1661		3											26		20					
1662													25	22	20		21	25		
1663													33	32	33		34			
1664		15												23	22		25	29		
1665														25			24			
1666	21			15	20					31			27	27	22		27			
1667	29			23	29				43	38			40	34	32			36		
1668	13			14	18				41				24		20					
1669	19			12									23	18	20		23			
1670	15			12	15				33				23	17			16			
1671	23												28	24	25		22			
1672	27			19			40						26	29	26		27	26		
1673	38			28					49				39	35	39					
1674	26									39			27	26			27	29		
1675					44	53	64			55			44		40		44			
1676				21		23							28		28					
1677				21		30	41		31	40			27		23					23
1678						32							33	29						
1679						30						27	32	25						
1680						28				34		25	25						17	
1681												22		22					14	
1682											29	30	38							
1683									36			28	27	22						
1684												25	28	21			19			
1685												17	29							
1686								29				21	26			27			21	
1687		24	30									30	38							
1688												38		36					31	
1689												34	35			32	29			

AÑOS	84	85	86	87	88	89	90	91	92	96	98	102	105	108	AÑOS	2	4	5	6
1690			39	35	25						32			52	1720				30
1691			31	26								26		38	1721			31	
1692			37	36										44	1722				
1693			42											57	1723				
1694		27						27		27				43	1724				22
1695				40				38						51	1725				
1696				31							29		38	41	1726				
1697				30				28		30			23	55	1727				
1698				45				45	43				50	52	1728			14	
1699			31	36		45			31				29	34	1729			27	30
1700			37	34		32		40						49	1730			25	
1701	39		47	47		49								54	1731			25	30
1702				39		41			40					48	1732			22	
1703			31	31		33			27					41	1733	30			
1704	25		29	26											1734	15		9	15
1705			38	36		36		31	42						1735	30			
1706	20		27	20		22		21	27						1736				
1707			35						40						1737	23			
1708			31			31		31							1738	30		24	36
1709			37						37						1739				30
1710				25		27		29							1740	40		40	
1711	36					35		36	30					43	1741				
1712			33	29		33		36						44	1742	25			31
1713	43		39	43		45	35	41						52	1743	36	37		40
1714	42		40	39		39		41	38					58	1744			35	40
1715	32		23	37		30		30	27						1745	27		21	
1716	43		42			44	35							36	1746	33		33	
1717	39	34	37	37		35								37	1747			22	32
1718	23		15		22	19			19	19				23	1748	30	30	33	
1719	20		18	25	21	21	25			28				30	1749	36		37	36

AÑOS	16	22	26	28	30	32	35	36	55	57	62	79	81	82	83	84	85	86	87	88
1720						39		32								45		33		
1721						30		29		40				46	45	51			47	44
1722						28		31		28						36		31		31
1723						28		27		34						31		27	33	29
1724						19		15		25								18		12
1725						31		32								46		41		39
1726						23		30								31		19		24
1727						20		18					25			26				24
1728						22		14		23				27				9		22
1729						27		30						40		41		26	39	33
1730						26		26						39		42		18	32	
1731					27	32		28								46		31		41
1732				30		30		26						44		44		31	44	
1733							32	32						34				23		40
1734								14										9	16	32
1735							33	33						43				33		
1736					24			22								39		20		27
1737								23										30		27
1738							31	31						43		44		27	36	45
1739							31	28							35	43		19	28	
1740							40	40	47							55		41	44	
1741												26				35	30			
1742																46	38		33	
1743							34								44	54				
1744			35				35	36				39				43		37	41	
1745							22	22								38		33		
1746	40	33						33	33					47		48		38	40	
1747			30				29	32			26					47		30		
1748							27	30			33	34			44			34		
1749			38				33	36			37					51		40	46	

AÑOS	89	90	92	94	95	96	97	99	100	101	102	108	109	AÑOS	4	5	6	7	10
1720	47											45		1750		25			
1721	48		44						Tardio			45		1751					
1722	33		35									36		1752	30	28			
1723	35		34									34		1753			31		
1724	22											29		1754		26			
1725	44					48			Muy Tardio			49		1755					
1726	22					41		37				41		1756		34	35		
1727	23		30									41		1757					
1728	22											41	30	1758					
1729	33											44		1759					
1730	33							39				44		1760				29	
1731	36											43		1761	30	28		35	
1732	44					43						52		1762		24	27		
1733	30										27	43		1763					
1734	13							20				33		1764	30	31	31		
1735	35					47		40			47	53		1765		30	35		
1736	33							31			23	43		1766		29			
1737	31			30		40		30			20	51		1767	30	30			
1738				39							35	42		1768		26			
1739	26			28								55		1769	39				
1740	39		44	47										1770					
1741	23			29							19	33		1771					45
1742	33		34	45		47		32						1772	29				30
1743	45		44	51	61			47				49		1773					44
1744	44	41		45	36					38				1774	30	34			33
1745	35			42	36							38		1775		34			
1746	38			43	47		41	44			35	48		1776		33			33
1747	42		43	42	46						31	59		1777		36			36
1748	44		40	44	46							40		1778		29			21
1749		46		43	43			43			36	47		1779					34

AÑOS	12	14	15	16	22	26	30	32	33	35	36	44	50	51	55	57	62	63	64	78
1750				27						25	28						29			
1751							28			29	31						35			
1752					30	30					28						27			
1753											31						32			
1754						31					32						31			
1755						30					29						30			
1756											34					45	36			60
1757										30	33					40				43
1758	32					39					32					39				52
1759											31							31		42
1760			25			25				26	32						30	29		43
1761			31			30					28						32	31		44
1762						33					29						Oct.	27	29	41
1763						33					28						35	29	33	40
1764						31				28	31						32	28		
1765				34		44					30		31				33	30	32	
1766						30					29		31				32	29	31	
1767				35		35				30	31		35				36	35		
1768		26				33				26	28		32				35	29	33	
1769		33		39		39				36	32		39				40	39		
1770		38		45		52		45			39		37				41	38		
1771		34		44				40			34		36				38	33	37	
1772				31		35		31			30		29				29	28		
1773		41		48		48		42	44		41		42				42	37		
1774		33		31		33				30	33		34	43			35	29		
1775		32		34				32		29	32		33	35	34		33	28		
1776		30		37		37		34					31	37			30	26		
1777		29		37		46						31	36	47			33	29		
1778		28		29		35		17			30		30	30				24		
1779		27		34		34		29	34		29		34	31	34			27		

AÑOS	79	80	81	83	84	85	86	88	89	90	92	93	94	95	99	101	102	103	108	109
1750					43		31		37		38		33	37	35		30		44	
1751				41			36		36	38			40	37			41		44	
1752					40		26		34				39	39			39	46	37	
1753					39				25		33		33	38			38	39	33	
1754				43	38		24	31	30				37	36			46	59	40	
1755					37			33	38		38		34	39	39		35	39	45	
1756	38					41	36	38	38		38		44	48				52	54	
1757					34				34		35		40	40			38		43	
1758					47		33		40		41		46	48					49	
1759					37		25		38		39		39	33			27			
1760					36		20		37		38		36	33		37	25		48	
1761					43		29	36	39	38	39		42	43					42	
1762					42		25	34	35	38	38		41	41	37	35	24		35	
1763					42		23		34	36	34		41	42	33		38		48	
1764			27		39				32		35		38	35					29	
1765			40		45		26	34	38		38		44	45			37		44	
1766			39		44		29		33	37	36		43	45			39		42	
1767					38				32	37	33		40	40			35		35	
1768					43		32	38	33	42			41	41	43		30		38	
1769							41		48	42	43		42	50			32		36	
1770					46		42	39	46	46	47		45				47		50	
1771					40	40	34		38	45	39		40	47			28		42	
1772			28		33		31		32	31	30	36	29	36			26			28
1773			37		48				45	44	42	41	48				41		40	
1774			33		40		32		42	41	43	40	40	41					46	
1775		32	32		40				42	35	34	40	39	41					42	
1776			40		47					37	39	40	37	46						
1777			43		43				35	36	37	40	39	44						
1778			31		36		26			31	30	36	38	23	29	29				
1779		23	30		42				32	34	37		42	34	34				41	

AÑOS	110	AÑOS	10	12	14	16	19	22	23	26	32	33	35	36	37	39	44	50	52
1750		1780	32			34				39	29			32	32			33	
1751		1781	31			26		24		34				27				29	31
1752	33	1782	34		37	44				37		37	33	38					37
1753		1783	31		32	32				36			30	32			31		
1754	43	1784	29		24	31				30				24	30				
1755	22	1785								40				36		40			
1756	37	1786				41				39				32			34		
1757	29	1787				46				48				40					
1758	39	1788	29		38									24			22	41	
1759	24	1789												36					
1760		1790				41											37		
1761	20	1791																	
1762	17	1792				34							31						
1763	35	1793				40											37		
1764	24	1794				39	38												
1765	32	1795				35													
1766	36	1796																	
1767	35	1797																	
1768	29	1798																	
1769	29	1799																	30
1770	42	1800																	22
1771	27	1801																	26
1772	23	1802																	30
1773	37	1803																	
1774	28	1804				45			31										
1775	25	1805				50			37										
1776	33	1806							36										
1777	38	1807		28								26							
1778	29	1808										40	40						
1779	27	1809										53							

AÑOS	55	63	64	68	80	81	83	84	86	89	90	92	93	94	95	99	102	108	110
1780		28	32		25			40		26	32	32	33	42	33				26
1781		24			20			39		27	34	32	34	33		31			21
1782		33	37		26			40		38	38	40	39	38		44	38	46	21
1783		32	36		25			44	36	34	38	38	37	36	40	39		45	19
1784		23						35	32	26	30	31	30	34	40			42	20
1785	40	36						43		37	35	43	41	40	37	44			15
1786		35						36		30	33	34	34	39	39	46		41	22
1787		41		42	38			46		41	39	45		38	43	45		46	34
1788		22	24	23				30		23	30	31	34	29	32		16	35	12
1789		37				36		45			38	42		42	52			43	37
1790							Tardío				42			41	45			43	23
1791											29			22				43	26
1792																		39	28
1793														42				38	
1794														32				45	
1795														28				43	
1796														38				41	
1797														33				44	
1798														36				39	
1799														48				44	
1800														38					
1801																			
1802																			
1803																			
1804		31																	
1805		42																	
1806		38																	
1807		28																	
1808		36																	
1809		42																	

AÑOS	7	10	12	13	16	19	20	22	23	28	29	31	33	35	45	48	52	63	64	73
1810																		31		
1811				23									19					19		
1812				35													40	35	37	
1813		40		34										35				34	36	
1814			40	40						42				40			47	43	45	
1815				25														20		
1816		51		52										51				46		
1817				32										33				31		
1818				31	39									32			36	31		
1819				28	32									30			31	28		
1820				26	28									26				21		
1821				38	42									39			40	38		
1822				10	13				11					12			12	12	16	
1823				31										36			43	30		
1824				43	45				39					44			46	42		
1825	26			22	30	28	22				21			26			24	26		
1826	32	31		32	32	39	26				32		31	32		31	32			
1827	26	24		24							28			28		24	31	26		
1828	24	15		18		22			29		22		17	22			25	16		
1829	42	37		29	42	38			30		42		38	35			50	35		
1830	27	22		22		29					27							23		
1831	26	26		22	33	26					29			23			26			39
1832	34	35			41	35											42			
1833	26	26		23		30					26						31			
1834		29		23				29			27						31			
1835	38					42		42			37				38		38			
1836		36				36		31			33						36			
1837	35	34				39		34			36				32		39			
1838	41							38			37	38	38							
1839	44			30				32			37	33	37							

AÑOS	99	AÑOS	5	11	13	15	16	17	19	22	25	28	29	30	31	32	33	35	37
1810		1840							35	32					35				
1811		1841							34	27			27	27	30		27		
1812		1842							33	30			26	26	33				
1813		1843			39				42	39			40	39	45		39		
1814		1844			25				30	30		28	26	30	32		24		
1815		1845			36	34			43	36			36	36	43		36		
1816		1846			22	22			24	24			19	21	28			21	
1817		1847				22			30					26	34		20		
1818		1848							32	30					32		25		
1819		1849				25			34					27	34		24	29	
1820		1850				24		37	37	39				37			33	34	
1821		1851								40				36			36	41	
1822		1852							37					34			29	34	
1823		1853						43		40				40			37	40	
1824		1854								20	25			25				25	
1825		1855								30	24							31	
1826		1856								29	30			36				36	28
1827		1857								33	28			31				35	26
1828		1858		23						25				22			24	23	27
1829		1859					28		26	24	22			22					
1830		1860					38	38		35				31				31	
1831		1861	30							25						26	31	26	
1832		1862						25		25				22		25	17	22	
1833		1863								28		24		23		23	18	22	
1834	29	1864																20	
1835	45	1865												25					
1836	40	1866																	
1837	37	1867																	
1838		1868																	
1839	41	1869								16									

AÑOS	39	41	45	46	49	50	51	52	53	69
1840										
1841							29			
1842										
1843	38									
1844										
1845										37
1846			16							
1847										
1848					40					
1849					31				31	
1850								37		
1851										
1852				29	26	39				
1853						44				
1854						25				
1855						31				
1856			36							
1857		20	29			35				
1858			22			27				
1859			22			26		21		
1860			33			38		38		
1861			30					27		
1862			22							
1863			21							
1864										
1865										
1866										
1867										
1868										
1869										

Las investigaciones de la señora M. Baulant en los archivos de la región parisiense han sido capitales para el éxito de esta empresa; hemos perfeccionado una nueva serie de fechas de vendimias en el siglo XVI, más considerable que las publicadas por mí en obras anteriores (L. R. L., 1966 y 1967). Esta nueva serie representa el promedio de seis series locales: París (serie Baulant),[4] Dijón, Salins, Lausana, Aubonne y Lavaux (series Angot, 1883). Dicho de otro modo, la columna de cifras anuales que sigue refleja las tendencias anuales y los promedios de la temperatura de primavera y verano en una región formada por el eje Suiza-Jura-Borgoña-Île de France (digamos para simplificar: Francia Sena-Saona, o el centro de Francia Norte-Este). Las fechas están contadas por día a partir del primero de septiembre: así, "20" significa "20 de septiembre", "31" significa "1º. de octubre", etcétera.

Todas las fechas se expresan de acuerdo con el calendario gregoriano (agradezco a la señora Baulant por autorizar a publicar en mi libro este resumen de nuestro trabajo común: un artículo detallado, que se publicará con nuestros nombres, proporcionará las referencias indispensables).

CUADRO I

Año		*Año*	
1484	31	1500	14
1485	36.5	1501	19
1486	20	1502	25.3
1487	26	1503	16.7
1488	47	1504	17
1489	27.5	1505	43
1490	27	1506	28.3
1491	49	1507	18.3
1492	laguna[5]	1508	32
1493	35.5	1509	24.7
1494	18	1510	30
1495	12	1511	43.7
1496	40	1512	23.7
1497	31	1513	27
1498	26.5	1514	28.3
1499	28	1515	31

estaciones vitícolas, que la publicada dentro de este mismo anexo 12 B, en la primera edición (francesa) de este libro, que apareció en 1967.

[4] Las bases de estas series se encontrarán en M. Baulant y E. Le Roy Ladurie, "Fechas de vendimias en el siglo XVI", *Mélanges en l'honneur de Fernand Braudel,* Tolosa, privado, 1972, pp. 31-48.

[5] En 1492 las vendimias meridionales (*supra,* anexo 12 A, columna 109, años 1492 y 1493) tuvieron lugar cuatro días antes que las de 1493. *Si aconteció lo mismo en el Norte,* la cifra septentrional probable para 1492 sería "31.5").

Año		*Año*	
1516	10.5	1560	32.3
1517	21.5	1561	20.1
1518	28.3	1562	25.5
1519	37	1563	30.3
1520	23.7	1564	37
1521	22.5	1565	32
1522	23.3	1566	25
1523	17	1567	21
1524	14	1568	33.4
1525	20	1569	31.3
1526	26.7	1570	38
1527	39	1571	14.2
1528	33.5	1572	21.4
1529	43	1573	42.7
1530	21.5	1574	32.3
1531	26	1575	26.5
1532	22.7	1576	34.1
1533	31.5	1577	32.7
1534	20.3	1578	24.7
1535	32	1579	39.5
1536	8	1580	27.8
1537	35	1581	38.3
1538	12.7	1582	29.5
1539	27.7	1583	14.7
1540	11.7	1584	23.8
1541	34.5	1585	36.3
1542	50	1586	32.5
1543	31	1587	38
1544	29.5	1588	26.8
1545	11.7	1589	26.3
1546	21.5	1590	12.8
1547	27	1591	30.8
1548	30.5	1592	34.8
1549	25	1593	33
1550	31.3	1594	35
1551	25.7	1595	31.9
1552	18.8	1596	34.7
1553	32.2	1597	42.6
1554	21.3	1598	29.4
1555	43.2	1599	10.5
1556	0.5	1600	41.9
1557	28.4	1601	37.8
1558	25	1602	21
1559	7.5	1603	11

Año		*Año*	
1604	27.4	1612	32.6
1605	21	1613	27.5
1606	39.6	1614	37
1607	23.3	1615	23
1608	34.5	1616	7.3
1609	27.3	1617	36.3
1610	21.5	1618	36.3
1611	14.7	1619	23.3

Estas fechas de vendimias del siglo XVI, cuyas bases documentales son ya muy sólidas, indican claramente la tendencia de las vendimias tardías (y de las primaveras y los veranos enfriados) que se manifiesta entre 1561 y 1600; *véase* el simple cuadro que sigue (recordemos que las correcciones gregorianas fueron hechas por nosotros en todo el período).

CUADRO II. *Número de años en los que desciende la vendimia*:

Decenio	*Antes del 30 de septiembre inclusive (en el calendario gregoriano)*	*Después del 31 de septiembre (ldem.)*	
1491-1500 (en 9 años)	5	4	
1501-1510 (en 10 años)	8	2	
1511-1520	7	3	
1521-1530	7	3	
1531-1540	7	3	
1541-1550	5	5	
1551-1560	7	3	
1561-1570	4 }	6 }	
1571-1588	5 }	5 }	Menos veranos cálidos.
1581-1590	6 }	4 }	
1591-1600	2 }	8 }	Más veranos frescos.
1601-1610	7	3	

b) Fechas de vendimias en los siglos XVII y XVIII.

Las cifras que siguen ofrecen dos series de datos promedio en las fechas de vendimias de Francia del Norte y del Sur, de acuerdo con varias decenas de viñedos diseminados; observemos que el cuadro anterior, que se refiere al siglo XVI (ver arriba, anexo 12, B, *a*, cuadro I), puede fácilmente articularse y agruparse con la columna "Norte" del cuadro siguiente:

Fechas de vendimias en Francia [6]
(Mediodía, Centro y Norte)
Diferencias con el promedio de los años 1599-1791, en días

Año	*Sur*	*Norte*	*Promedio nacional*	*Año*	*Sur*	*Norte*	*Promedio nacional*
1599	—15	—19	—17	1634	— 4	— 4	— 4
1600	— 1	+ 8	+ 3.5	1635	— 8	— 4	— 6
1601	+ 2	+ 9	+ 5.5	1636	—10	— 4	— 7
1602	— 8	—11	— 9.5	1637	—14	—22	—18
1603	—14	—22	—18	1638	— 8	—21	—14.5
1604	—11	—11	—11	1639	— 8	— 8	— 8
1605	— 6	—14	—10	1640	— 2	— 3	— 2.5
1606	0	+ 6	+ 3	1641	— 1	+ 1	0
1607	—15	—11	—13	1642	+ 6	+ 4	+ 5
1608	— 4	+ 2	— 1	1643	— 5	+ 4	— 0.5
1609	— 5	— 4	— 4.5	1644	— 7	—14	—10.5
1610	— 8	—19	—13.5	1645	—11	—14	—12.5
1611	—11	—14	—12.5	1646	— 9	— 3	— 6
1612	— 6	+ 1	— 2.5	1647	— 6	— 3	— 4.5
1613	— 5	— 6	— 5.5	1648	+ 1	+ 2	+ 1.5
1614	— 2	+ 7	+ 2.5	1649	+ 4	+ 8	+ 6
1615	— 9	—13	—11	1650	— 3	+ 3	0
1616	—11	—25	—18	1651	—12	— 8	—10
1617	— 5	+ 4	— 0.5	1652	0	— 5	— 2.5
1618	+ 2	+ 6	+ 4	1653	—11	— 9	—10
1619	—10	— 9	— 9.5	1654	— 2	+ 5	+ 1.5
1620	— 6	0	— 3	1655	— 6	— 8	— 7
1621	+ 7	+16	+11.5	1656	— 6	— 3	— 4.5
1622	— 9	— 3	— 6	1657	— 5	—10	— 7.5
1623	— 7	— 7	— 7	1658	— 1	+ 3	+ 1
1624	—11	—12	—11.5	1659	—13	— 9	—11
1625	— 5	+ 3	— 1	1660	—11	—15	—13
1626	— 5	— 3	— 4	1661	— 8	—11	— 9.5
1627	+10	+12	+11	1662	— 6	0	— 3
1628	+ 8	+15	+11.5	1663	+ 3	0	+ 1.5
1629	+ 5	—14	— 4.5	1664	— 5	— 5	— 5
1630	— 6	—11	— 8.5	1665	— 4	— 8	— 6
1631	— 9	— 9	— 9	1666	— 7	— 9	— 8
1632	+ 2	+ 6	+ 4	1667	+ 3	+ 1	+ 2
1633	+ 3	0	+ 1.5	1668	— 6	—10	— 8

[6] Sobre las bases metodológicas, geográficas y estadísticas más grandes de este cuadro, ver la obra de L. R. L., *Les paysans de Languedoc,* edición completa, 1966, col. I, pp. 20 y siguientes, así como el comienzo del volumen II.

Año	*Sur*	*Norte*	*Promedio nacional*	*Año*	*Sur*	*Norte*	*Promedio nacional*
1669	— 8	— 11	— 9.5	1717	+ 2	+ 2	+ 2
1670	— 8	— 4	— 6	1718	— 11	— 17	— 14
1671	— 7	— 9	— 8	1719	— 9	— 12	— 10.5
1672	— 2	+ 1	— 0.5	1720	+ 6	+ 3	+ 4.5
1673	+ 8	+ 10	+ 9	1721	+ 9	+ 7	+ 8
1674	— 2	0	— 1	1722	0	0	0
1675	+ 19	+ 19	+ 19	1723	— 1	— 6	— 3.5
1676	— 3	— 16	— 9.5	1724	— 11	— 7	— 9
1677	— 2	0	— 1	1725	+ 9	+ 17	+ 13
1678	+ 2	— 8	— 3	1726	— 3	— 14	— 8.5
1679	0	— 4	— 2	1727	— 9	— 7	— 8
1680	— 4	— 10	— 7	1728	— 11	— 6	— 8.5
1681	— 5	— 8	— 6.5	1729	+ 3	+ 2	+ 2.5
1682	0	+ 7	+ 3.5	1730	+ 1	+ 6	+ 3.5
1683	— 3	— 6	— 4.5	1731	+ 4	0	+ 2
1684	— 4	— 17	— 10.5	1732	+ 6	+ 1	+ 3.5
1685	— 6	— 5	— 5.5	1733	+ 1	+ 1	+ 1
1686	— 6	— 17	— 11.5	1734	— 13	— 6	— 9.5
1687	+ 3	0	+ 1.5	1735	+ 7	+ 8	+ 7.5
1688	+ 8	— 1	+ 3.5	1736	— 2	— 4	— 3
1689	+ 1	+ 3	+ 2	1737	— 2	— 5	— 3.5
1690	+ 5	+ 1	+ 3	1738	+ 7	+ 1	+ 2.5
1691	— 3	— 5	— 4	1739	— 1	0	— 0.5
1692	+ 3	+ 15	+ 9	1740	+ 13	+ 17	+ 15
1693	+ 9	— 1	+ 4	1741	— 9	+ 1	— 4
1694	+ 2	— 4	— 1	1742	+ 3	+ 9	+ 6
1695	+ 9	+ 9	+ 9	1743	+ 10	+ 6	+ 8
1696	0	0	0	1744	+ 6	+ 5	+ 5.5
1697	0	0	0	1745	— 1	+ 6	+ 2.5
1698	+ 13	+ 17	+ 15	1746	+ 8	0	+ 4
1699	+ 1	— 1	0	1747	+ 3	+ 4	+ 3.5
1700	+ 6	+ 10	+ 8	1748	+ 3	+ 2	+ 2.5
1701	+ 11	+ 3	+ 7	1749	+ 7	+ 2	+ 4.5
1702	+ 4	+ 3	+ 3.5	1750	— 1	+ 1	0
1703	0	+ 6	+ 3	1751	+ 4	+ 11	+ 7.5
1704	— 6	— 8	— 7	1752	+ 1	+ 8	+ 4.5
1705	+ 3	+ 6	+ 4.5	1753	— 2	— 4	— 3
1706	— 11	— 11	— 11	1754	+ 3	+ 6	+ 4.5
1707	+ 3	+ 1	+ 2	1755	0	— 4	— 2
1708	+ 1	— 1	0	1756	+ 6	+ 10	+ 8
1709	+ 2	+ 1	+ 1.5	1757	+ 2	— 1	+ 0.5
1710	— 5	0	— 2.5	1758	+ 7	0	+ 3.5
1711	0	+ 5	+ 2.5	1759	— 1	— 5	— 3
1712	0	+ 1	+ 0.5	1760	— 1	— 8	— 4.5
1713	+ 9	+ 12	+ 10.5	1761	+ 1	— 8	— 3.5
1714	+ 7	+ 6	+ 6.5	1762	— 2	— 11	— 6.5
1715	— 3	+ 4	+ 0.5	1763	+ 1	+ 7	+ 4
1716	+ 5	+ 11	+ 8	1764	— 1	— 5	— 3

Año	*Sur*	*Norte*	*Promedio nacional*	*Año*	*Sur*	*Norte*	*Promedio nacional*
1765	+ 3	+ 1	+ 2	1779	+ 1	— 5	— 2
1766	+ 2	+ 2	+ 2	1780	0	— 6	— 3
1767	+ 2	+ 8	+ 5	1781	— 3	— 15	— 9
1768	+ 2	+ 3	+ 2.5	1782	+ 4	+ 4	+ 4
1769	+ 6	+ 3	+ 4.5	1783	+ 1	— 8	— 3.5
1770	+ 11	+ 14	+ 12.5	1784	— 4	— 9	— 6.5
1771	+ 5	+ 2	+ 3.5	1785	+ 4	+ 3	+ 3.5
1772	— 2	0	— 1	1786	+ 1	+ 2	+ 1.5
1773	+ 9	+ 9	+ 9	1787	+ 9	+ 7	+ 8
1774	+ 3	0	+ 1.5	1788	— 5	— 12	— 8.5
1775	+ 2	+ 2	+ 2	1789	+ 6	+ 7	+ 6.5
1776	+ 2	+ 5	+ 3.5	1790	+ 1	0	+ 0.5
1777	+ 4	+ 8	+ 6	1791	— 4	— 6	— 5
1778	— 4	— 3	— 3.5				

C) *Datos alemanes acerca de la calidad del vino. Índice promedio anual de la calidad del vino en los viñedos del Rhin, según Müller, 1953, pp. 188 y siguientes* (período 1453-1622).

Hemos utilizado, siguiendo el ejemplo de von Rudloff, 1967, un sistema numérico simple que tiene en cuenta los variados calificativos que emplean los cronistas de las diversas regiones del viñedo renano para apreciar el vino del año. Estas apreciaciones se encuentran reunidas en la bella compilación documental de Müller, 1953. Nuestro sistema numérico pretende simplemente indicar de manera fácil la tendencia anual para desprender luego una tendencia decenal (*ver abajo*).

Los adjetivos que emplean los cronistas, y Müller a su vez (*"sauer"*, *"mittelmässig"*, *"extra-qut"*, etcétera) han sido llevados por nosotros a tres niveles solamente: bueno, mediano y malo; colocamos la *buena* calidad en cifras *negativas*, y la *mala* calidad en cifras *positivas*, como sigue:

(Ba) Buena = — 6
(Ma) Mala = + 6
(Me) Mediana = 0

Las notas intermedias entre estas tres cifras resultan de un cálculo de promedio, y ponderan las apreciaciones regionales divergentes o contradictorias (puesto que en determinados años la calidad del vino no es la misma en las diversas regiones del viñedo renano) de acuerdo con un promedio aritmético extremadamente simple. Las notas intermedias entre 0 y — 6, y entre 0 y + 6, indican así que el año vitícola ha sido, según las apreciaciones divergentes de los cronistas de cada región, *desigual* o (e) *incierta*, en cuanto a la calidad del vino. Obtenemos de ese modo la serie anual siguiente:

CUADRO III

1453	Ma					+ 6
1454	Ma					+ 6
1455	Ma					+ 6
1456	Ma		Me			0
1457			Me			0
1458						+ 6
1459	Ma					+ 6
1460	Ma					— 6
1461				Ba		0
1462			Me			— 3
1463			Me	Ba		— 6
1464				Ba		0
1465	Ma			Ba		+ 6
1466	Ma					— 6
1467				Ba		+ 3
1468	Ma		Me			+ 6
1469	Ma					— 3
1470			Me	Ba		(0)
1471	Granizó; no hubo vino					0
1472	Ma		Me	Ba		— 6
1473				Ba		— 6
1474				Ba		— 6
1475				Ba		+ 2
1476	Ma	Ma		Ba		0
1477			Me			— 6
1478				Ba		— 6
1479				Ba		— 6
1480				Ba		+ 6
1481	Ma					— 6
1482				Ba		— 6
1483				Ba	Ba	— 6
1484				Ba		+ 4
1485	Ma	Ma	Me			— 6
1486				Ba		0
1487			Me			+ 6
1488	Ma					+ 6
1489	Ma					+ 6
1490	Ma					+ 6
1491	Ma					+ 6
1492	Ma					+ 6
1493				Ba		— 6
1494				Ba		— 6
1495				Ba		— 6

CUADRO III (cont.)

1496			Ba		— 6
1497	Ma		Ba		0
1498	Ma				+ 6
1499			Ba		— 6
1500			Ba		— 6
1501	Ma				+ 6
1502	Ma	Me			+ 3
1503	Ma		Ba		0
1504			Ba	Ba	— 6
1505			Ba		— 6
1506			Ba	Ba	— 6
1507	Ma		Ba		0
1508		Me	Ba		— 3
1509			Ba		— 6
1510			Ba		— 6
1511	Ma				+ 6
1512	Ma		Ba		0
1513	Ma		Ba		0
1514			Ba		— 6
1515	Ma				+ 6
1516			Ba	Ba	— 6
1517	Ma				+ 6
1518			Ba		— 6
1519			Ba		— 6
1520	Ma				+ 6
1521			Ba	Ba	— 6
1522			Ba		— 6
1523			Ba		— 6
1524	Ma				+ 6
1525			Ba		— 6
1526	Ma				+ 6
1527	Ma				+ 6
1528			Ba		— 6
1529	Ma				+ 6
1530	Ma		Ba		0
1531			Ba	Ba	— 6
1532			Ba		— 6
1533	Ma				+ 6
1534			Ba		— 6
1535			Ba		— 6
1536			Ba		— 6
1537			Ba		— 6
1538	Ma				+ 6

Cuadro III (cont.)

1539				Ba			— 6
1540				Ba			— 6
1541				Ba			— 6
1542	Ma			Ba			+ 6
1543				Ba			— 6
1544			Me				0
1545							— 6
1546				Ba			— 6
1547				Ba			— 6
1548	Ma		Me	Ba			+ 3
1549			Me				0
1550				Ba			— 6
1551				Ba			— 6
1552				Ba			— 6
1553				Ba	Ba		— 6
1554	Ma			Ba			0
1555	Ma						+ 6
1556			Me	Ba	Ba		— 4
1557	Ma	Ma		Ba			+ 2
1558				Ba			— 6
1559	Ma						+ 6
1560			Me				0
1561	Ma						+ 6
1562				Ba			— 6
1563	Ma						+ 6
1564				Ba			— 6
1565	Ma			Ba			0
1566	Ma						+ 6
1567				Ba			— 6
1568	Ma						+ 6
1569	Ma						+ 6
1570	Ma						+ 6
1571	Ma						+ 6
1572				Ba			— 6
1573	Ma						+ 6
1574	Ma						+ 6
1575				Ba	Ba	Ba	— 6
1576				Ba			— 6
1577	Ma						+ 6
1578	Ma			Ba			0
1579	Ma						+ 6
1580	Ma			Ba			0
1581	Ma						+ 6

CUADRO III (cont.)

Año	Ma	Me	Ba	
1582	Ma		Ba	0
1583	Ma Ma		Ba	+ 2
1584			Ba	— 6
1585	Ma Ma			+ 6
1586	Ma		Ba	0
1587	Ma			+ 6
1588	Ma Ma	Me		+ 4
1589	Ma Ma		Ba	+ 2
1590	Ma		Ba Ba Ba Ba Ba	— 4
1591	Ma Ma			+ 6
1592		Me	Ba Ba	— 4
1593	Ma	Me	Ba	0
1594	Ma Ma			+ 6
1595	Ma Ma		Ba	+ 2
1596			Ba Ba	— 6
1597	Ma Ma			+ 6
1598	Ma Ma			+ 6
1599			Ba	— 6
1600	Ma Ma			+ 6
1601	Ma Ma Ma			+ 6
1602	Ma			+ 6
1603			Ba Ba	— 6
1604	Ma Ma		Ba	+ 2
1605			Ba Ba Ba	— 6
1606	Ma Ma Ma			+ 6
1607	Ma		Ba Ba	— 2
1608	Ma		Ba Ba	— 2
1609	Ma Ma	Me		+ 4
1610			Ba Ba	— 6
1611	Ma Ma		Ba Ba Ba	— 1,2
1612	Ma		Ba Ba Ba	— 4
1613	Ma Ma		Ba Ba	0
1614	Ma Ma		Ba	+ 2
1615			Ba Ba Ba	— 6
1616			Ba Ba Ba	— 6
1617	Ma Ma Ma			+ 6
1618		Me	Ba	— 3
1619	Ma		Ba Ba	— 2
1620			Ba Ba	— 4
1621	Ma Ma		Ba	+ 2
1622			Ba Ba	— 3

Cuadro IV

Índices decenales de la *mala* calidad del vino (sumas decenales de las cifras anteriores, del cuadro número I.

1453-1462:	+ 30
1463-1472:	— 3
1473-1482:	— 34
1483-1492:	+ 16
1493-1502:	— 21
1503-1512:	— 27
1513-1522:	— 18
1523-1532:	— 6
1533-1542:	— 24
1543-1552:	— 39
1553-1562:	— 2
1563-1572:	+ 18
1573-1582:	+ 18
1583-1592:	+ 12
1593-1602:	+ 26
1603-1612:	— 15.2
1613-1622:	— 14

Nota Bene: Recordemos que, paradójicamente, las cifras *positivas* indican la *mala* calidad del vino, y que las cifras *negativas* indican la *buena* calidad.

Claro es que los datos básicos (tomados de Müller) de estos cuadros son siempre *groseros* y a veces *frágiles,* y tienen interés solamente en la medida en que desprenden una tendencia muy clara, y en cuanto comprueban de modo rústico, y sobre todo independiente, las tendencias hacia el enfriamiento, que indican simultáneamente (de manera mucho más precisa) fechas de vendimias y glaciares alpinos, en el período 1563-1602, o 1554-1602.

ANEXO 12 *bis*

1787-1788: cosechas, vendimias y clima

(*Véase* pp. 107-109)

A propósito de 1788, conviene también dirigirse a este otro texto cuyo conocimiento he tenido más recientemente, acerca de las causas meteoro-

lógicas de la mala cosecha de 1788, que originó carestía y motines en 1789: *"Las lluvias de octubre y de noviembre de 1787* dificulta en parte la siembra de trigo, de donde resulta que las tierras no han sido sembradas. La tempestad del 13 de julio de 1788 destruyó una parte de las cosechas, y la cosecha de 1788 ha sido mediocre." [1] Desde entonces aparecen en el orden siguiente los factores de la mala cosecha de 1788 (cuyas consecuencias históricas han sido literalmente incalculables): lluvias excesivas de octubre y de noviembre de 1787,[2] insolación a principios del verano de 1788, tempestad y granizo del 13 de julio de 1788. Sobre las relaciones complejas entre mala cosecha y motín de subsistencia, ver a G. Rudé, 1856, Cobb, 1945, E. P. Thompson, 1966, y Rose, 1959.

ANEXO 13

Algunos textos medievales acerca de los glaciares
(*Véase* el capítulo VI)

En los archivos del curato de Greissan (región de Aosta), un cura del siglo XIX anota en un libro de cuentas que en septiembre de 1284 hubo una ruptura de embalse glaciar ("de los hielos") que hizo el lago de Ruitor (desbordado por causa de las lluvias). El "desbordamiento" se habría llevado la iglesia de Greissan y construido el cerro o "morrena" llamado de Gargantúa. Esta referencia estaría tomada del libro del abogado Christillin (hacia 1840). A pesar de las búsquedas que he efectuado activamente, no he podido encontrar más que un ejemplar mutilado atrozmente de este libro tan raro, y el pasaje de que se trata no figuraba en él.[1]

El texto de 1300 que se refiere a la crecida del Allalin fue citado por Lutschg (1926).

Stolz (1928) menciona un texto de 1315 que prevé condonaciones de impuestos y de rentas a un grupo de granjas de Otzthal cuyo suelo

[1] Observaciones presentadas por los señores Leleu ante el ministro principal el 14 de agosto de 1788, y citadas por G. Bord, 1887 (al final del libro), p. 24.

[2] De un modo general, el verano y el otoño de 1787 parecen haber sido fríos y probablemente lluviosos (fecha de vendimia tardía); la cosecha malograda resulta así de los inconvenientes de un año demasiado fresco (1787) y de un año demasiado cálido (1788); combinación paradójica que se reveló desastrosa. ¿Se trata de un caso muy acentuado pero, en cierto sentido, típico, de "alternancia bienal"? (*Cf. supra*, p. 70, n. 45.)

[1] No es costumbre incluir en un libro un "pequeño anuncio"; sin embargo, puedo hacer una excepción a este regla y pedir al lector que, si encontrara en alguna biblioteca europea o norteamericana un ejemplar *completo* del libro de Christillin, 1840, me lo haga saber (escriba a L. R. L., 88, rue d'Alleray, París, XVe).

fue destruido *"ex alluvionibus et inundationnibus"*. Pero nada prueba que el origen de este fenómeno haya sido un antiguo empuje del glaciar de Vernagt.

El historiador valdociano Du Tillier (manuscrito de 1742, edición de 1880 y reedición de 1953, p. 127), originario de Morgex, escribe:

> La torre y casa fortificada de los nobles de Rubilly y de Rovarey que debieron resistir un diluvio de agua si se juzga por los restos visibles aún sobre el arenal, *sive glair,* del vecindario, fueron arrollados por un desbordamiento de ese mismo lago Ruitor, no se sabe en qué año, pero debió ser antes de 1430, porque no parece que la torre haya estado provista de una guarnición en las audiencias generales de aquel año, como lo estuvieron todas las demás casas fortificadas de la Valdiña.

Ahora bien, sabemos, siguiendo a Duc, 1901, III, fojas 403, que Rovarey existía aún en 1340; y, por otra parte, Du Tiller (*op. cit.*) menciona a Rubilly como que existe aún en 1371. Las fechorías de Ruitor, suponiendo que hayan sido reales, tendrían lugar entre 1371 y 1430.

Después de 1430 un largo intervalo nos lleva al texto de 1513. En este año, una delimitación de propiedad señalaría en Genderstal, bajo Schwarzhorn (Tirol), un *Ferner* (glaciar) que se encontraría aún en 1607, y en 1844 de acuerdo con otros textos. Este glaciar (?) habría dado lugar en la actualidad a un simple nevero. (Textos citados por Stolz, 1928.)

En 1531 un viñedo de Passeiertal se transforma en pradera (Tirol), "porque no quiere madurar la cosecha de vino por causa del aire del glaciar" (*ibidem*).

Se observará el desvanecimiento completo de textos (hasta dudosos) que denotarán el avance glaciar entre 1430 y 1513. ¿Se situaría en estos tres cuartos de siglo el mínimo más marcado de los glaciares de la baja Edad Media (entre los empujes que Mayr en 1964 cataloga como Xd [siglo XVIII] y Xf [siglo XVII]?

Por lo que se refiere al texto que señala una fuerte decrecida glaciar en 1540, lo cita y critica Richter, 1891, pp. 5-20, a propósito de los glaciares de Grindelwald que menciona Strasser (*Der Gletschermann*). Pero ése es un texto de segunda mano, tardío y tomado de Altmann, 1751, p. 23, y de Grüner, 1760 (o Grüner, 1770, p. 329), cuya única fuente reconocible [2] (según mi criterio), sería este pasaje poco conocido de Stumpf (descripción de Suiza) tomo II (año 1548), p. 284: "Bey etlichen heissen Summers Zeyten als im Jahr Chrysti 1540 gewesen gadt auch etwan der alt Schnee ab, doch niemermeer also gar dann das die obristen Spitzen statigs Schnee behaltend."

Ahora bien, este texto de Stumpf no habla de glaciares sino de neveros.

[2] Coolidge, 1911 (*véase* también *Jahrbuch der Schweiz. Alp. Club,* col 27, p. 266, n. 1), cree también en una filiación de Stumpf 1548.

No obstante, es posible que Grüner haya tomado esta información, no de Stumpf, sino de los antiguos archivos de la parroquia de Grindelwald. De ningún modo es inconcebible una breve retirada del glaciar hacia 1540, como la que mencionan Strasser y Grüner. (*Véanse* los decenios de veranos cálidos de 1520 y 1530, en el anexo 12 B y C.)

ANEXO 14

Diferencia térmica media en Annecy en grados centígrados (1843-1913/1773-1842)

Promedio de las temperaturas en grados centígrados

	Invierno	*Primavera*	*Verano*	*Otoño*	*Año completo*
1773-1842	0° 640	9° 035	18° 290	9° 939	9° 461
1843-1913	0° 619	9° 766	19° 114	10° 702	10° 050
Diferencia	— 0° 021	+ 0° 731	+ 0° 824	+ 0° 763	+ 0° 589

Fuente: Mougin V. 1925, p. 104 (cálculos que efectuó el autor partiendo de las medias decenales elaboradas por Mougin).

ANEXO 15

Notas explicativas de los diagramas de Aspen [1]

(En cada gráfica se indican, en primer lugar, el nombre del autor y las fuentes que han utilizado.)

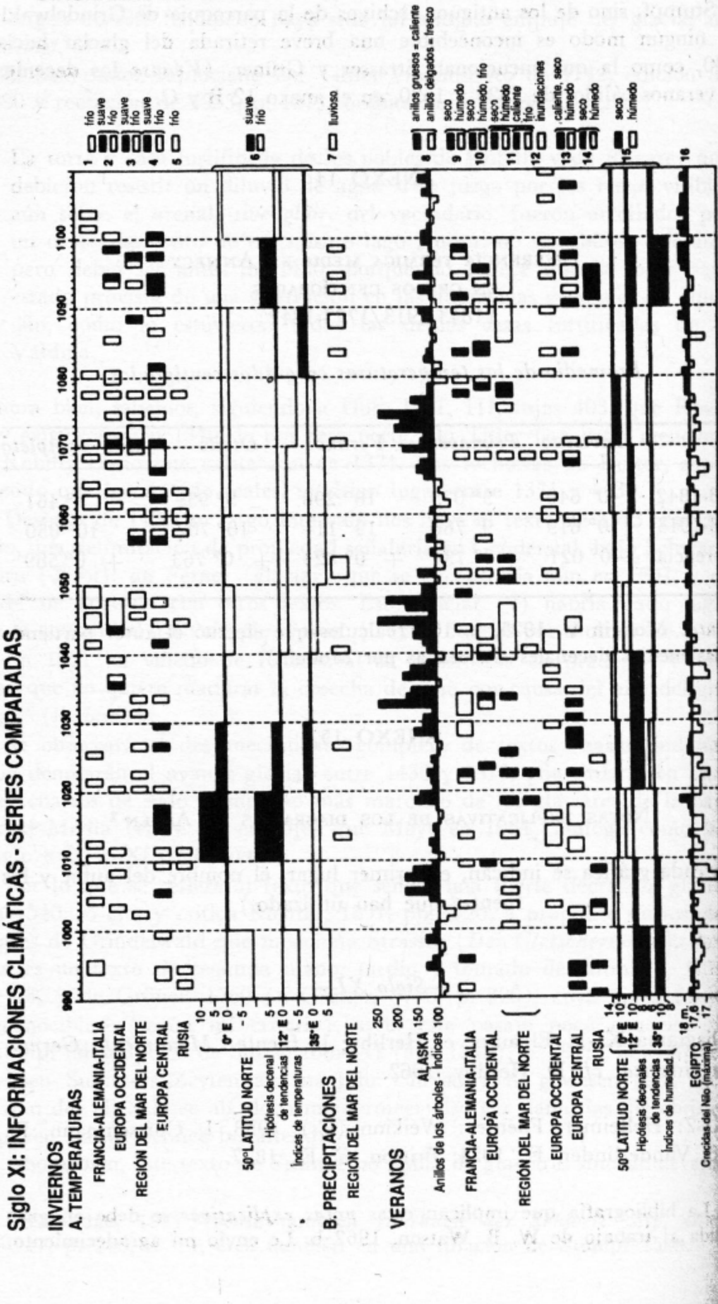
—Siglo XI—

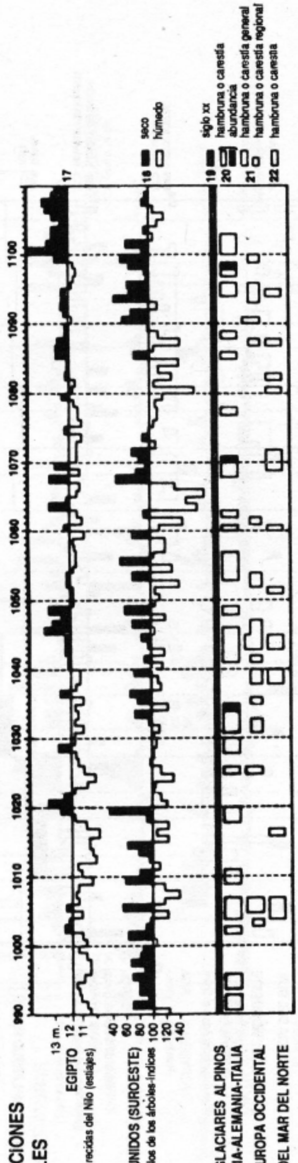
Diagrama XI-1: El autor es Herlihy; la fuente: *Monumenta Germaniae historica; cf.* D. Herlihy, 1962.

XI-2: Helleimer, Fuentes: Weikinn (C.), 1958, I; Curtschmann, F., 1900; Vanderlinder, E., 1924; Britton, C. E., 1837.

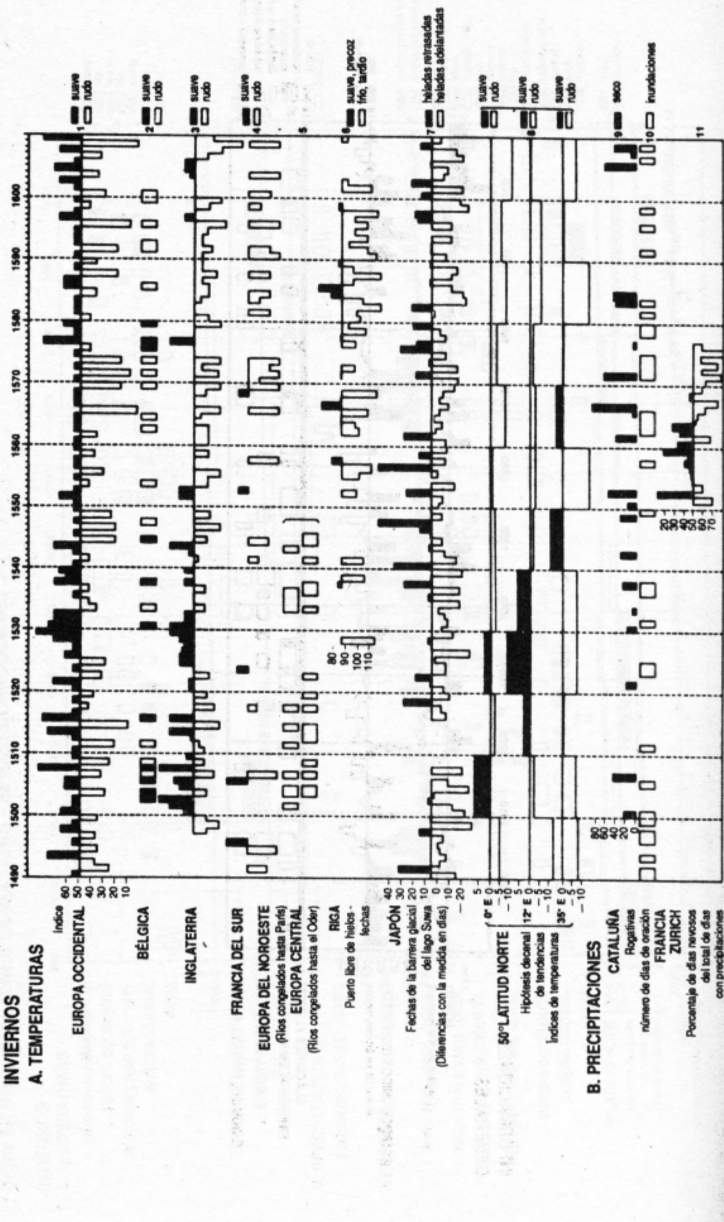
[1] La bibliografía que implican estas *notas explicativas* se debe en gran medida al trabajo de W. B. Watson, 1962 b. Le envío mi agradecimiento.

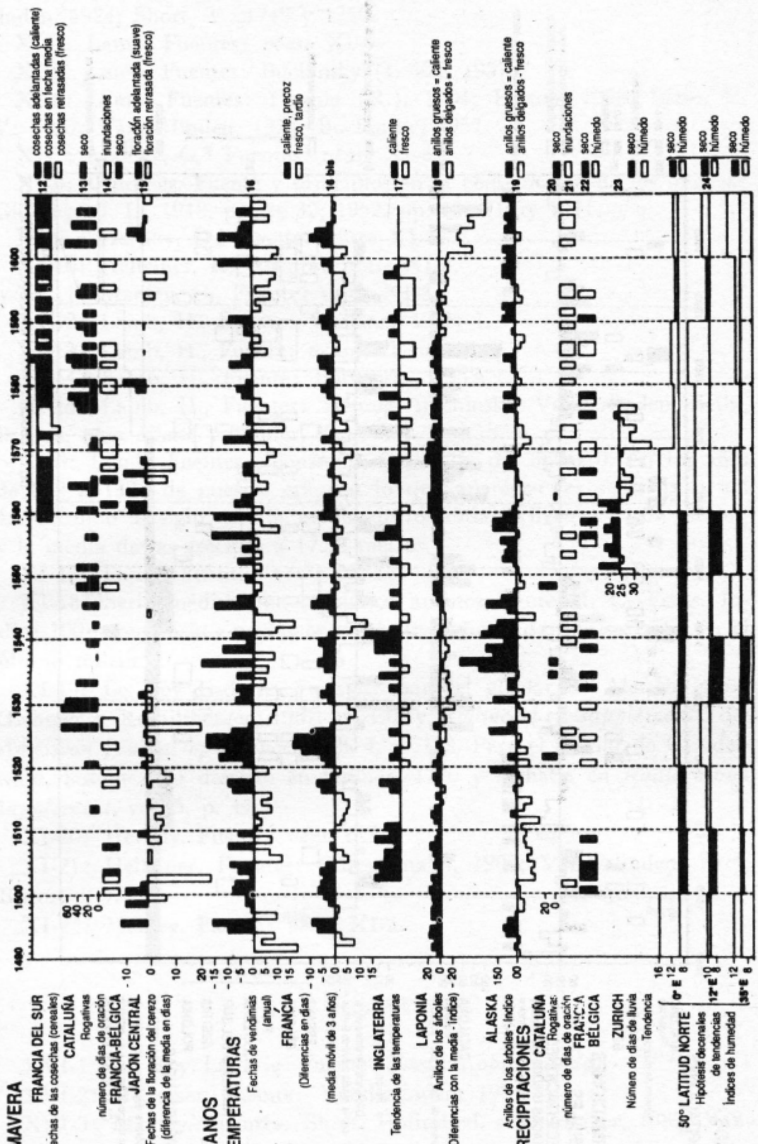
DIAGRAMAS DE ASPEN

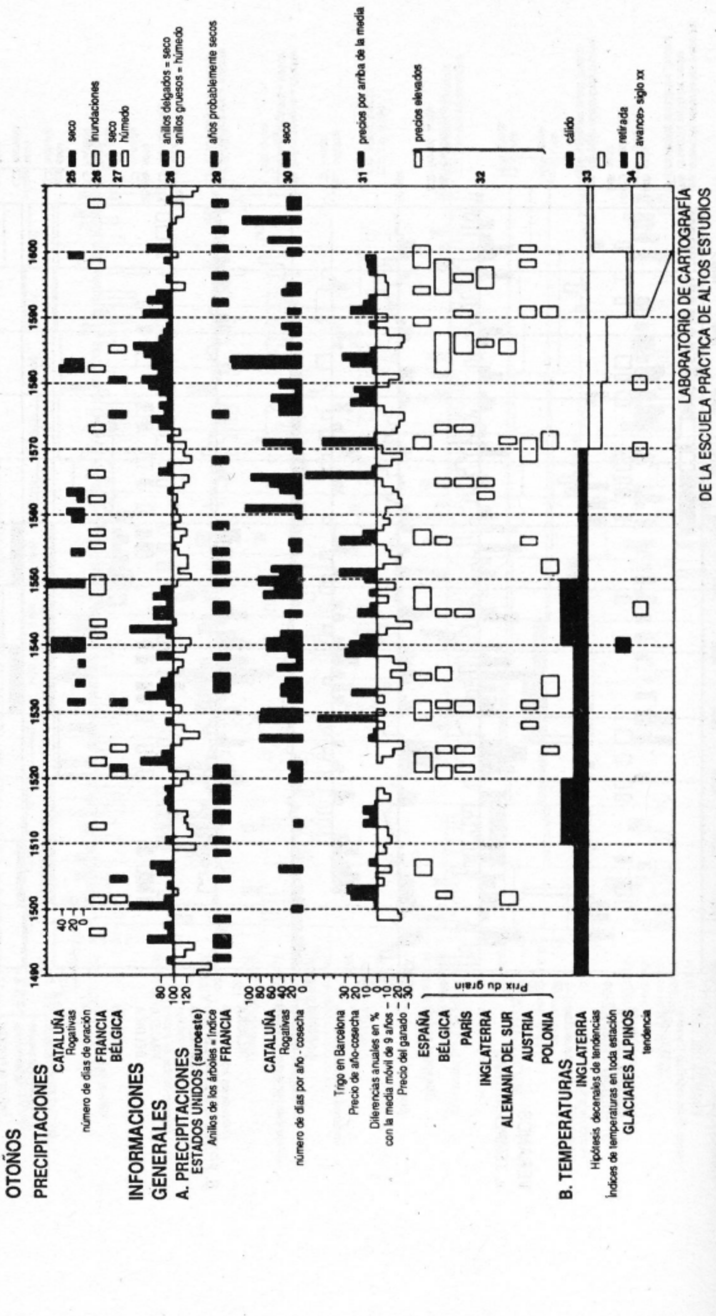



INFORMACIONES GENERALES
EGIPTO
Crecidas del Nilo (estiajes)
13 m.
12
11
ESTADOS UNIDOS (SUROESTE)
Anillos de los árboles-índices
40
60
80
100
120
140
GLACIARES ALPINOS
FRANCIA-ALEMANIA-ITALIA
EUROPA OCCIDENTAL
REGIÓN DEL MAR DEL NORTE
990
1000
1010
1020
1030
1040
1050
1060
1070
1080
1090
1100
17
18 seco
húmedo
19 siglo xx
20 hambruna o carestía
abundancia
21 hambruna o carestía general
hambruna o carestía regional
22 hambruna o carestía

Siglo XVI: INFORMACIONES CLIMÁTICAS - SERIES COMPARADAS




PRIMAVERA
FRANCIA DEL SUR
Fechas de las cosechas (cereales)
CATALUÑA
Rogativas
número de días de oración
FRANCIA-BÉLGICA
JAPÓN CENTRAL
Fechas de la floración del cerezo
(diferencia de la media en días)
VERANOS
A. TEMPERATURAS
Fechas de vendimias
(anual)
FRANCIA
(Diferencias en días)
(media móvil de 3 años)
INGLATERRA
Tendencia de las temperaturas
LAPONIA
Anillos de los árboles
(Diferencias con la media - índice)
ALASKA
Anillos de los árboles - índice
B. PRECIPITACIONES
CATALUÑA
Rogativas:
número de días de oración
FRANCIA
BÉLGICA
ZURICH
Número de días de lluvia
Tendencia
50° LATITUD NORTE
Hipótesis decenales de tendencias
Índices de humedad
0° E
12° E
35° E
cosechas adelantadas (caliente)
cosechas en fecha media
cosechas retrasadas (fresco)
seco
inundaciones
seco
floración adelantada (suave)
floración retrasada (fresco)
caliente, precoz
fresco, tardío
caliente
fresco
anillos gruesos = caliente
anillos delgados = fresco
anillos gruesos = caliente
anillos delgados - fresco
seco
inundaciones
seco
húmedo
seco
húmedo
seco
húmedo
seco
húmedo
seco
húmedo
1490
1500
1510
1520
1530
1540
1550
1560
1570
1580
1590
1600


OTOÑOS
PRECIPITACIONES
CATALUÑA
Rogativas
número de días de oración
FRANCIA
BÉLGICA
INFORMACIONES GENERALES
A. PRECIPITACIONES
ESTADOS UNIDOS (suroeste)
Anillos de los árboles = índice
FRANCIA
CATALUÑA
Rogativas
número de días por año - cosecha
Trigo en Barcelona
Precio de año-cosecha
Diferencias anuales en % con la media móvil de 9 años
Precio del ganado
Prix du grain
ESPAÑA
BÉLGICA
PARÍS
INGLATERRA
ALEMANIA DEL SUR
AUSTRIA
POLONIA
B. TEMPERATURAS
INGLATERRA
Hipótesis decenales de tendencias
Índices de temperaturas en toda estación
GLACIARES ALPINOS
tendencia
1490 1500 1510 1520 1530 1540 1550 1560 1570 1580 1590 1600
25 seco
26 inundaciones
27 seco
húmedo
28 anillos delgados = seco
anillos gruesos = húmedo
29 años probablemente secos
30 seco
31 precios por arriba de la media
precios elevados
32
33 cálido
34 retirada
avance> siglo xx
LABORATORIO DE CARTOGRAFÍA
DE LA ESCUELA PRÁCTICA DE ALTOS ESTUDIOS

XI-3: Manley, Fuentes: Baker (T. H.), 1883; Britton, 1937; Vanderlinden, 1924; Short, T., 1749 y 1750.

XI-4: Lamb, Fuentes: *véase* XI-6.

XI-5: Lamb. Fuentes: Buchinsky (I. E.), 1957.

XI-6: Lamb. Fuentes: Hennig (R.), 1904; Easton, 1928; Betin, V. V., 1957; Vanderlinden, 1924; Buchinsky, 1957.

XI-7: Manley, G.* Fuentes: *véase* XI-3.

XI-8: Giddings. Fuente y principios en la construcción de los índices: Giddings, J. L., 1948, pp. 26-32; 1952, pp. 105-110 y 1941.

XI-9 : Herlihy, D., Fuente: *véase* XI-1.

XI-10: Helleiner, K., Fuente: *véase* XI-2.

XI-11: Manley, G., Fuente: *véase* XI-3.

XI-12: Lamb, H., Fuente: Weikinn, 1958, I.

XI-13: Lamb, H., Fuente: *véase* XI-15.

XI-14: Lamb, H., Fuente: Buchinsky, 1957.

XI-15: Lamb, H., Fuentes: Hennig, Buchinsky, Vanderlinden, Betin, Britton, *obra citada* y Müller, K., 1947.

XI-6: Lamb. Fuentes: Toussoun, O., 1925, pp. 366-410. En los años de 822 a 1321 de nuestra era (en lo que aparecen los siglos IX a XIII enmarcando al siglo XI), la media de los estiajes llega a 11.64 metros, y la media de las crecidas a 17.59 metros.

XI-17: Lamb. Fuente: *véase* XI-16.

XI-18: Serie inédita que comunicó amistosamente H. C. Fritts. Índice 100: crecimiento medio anual de los árboles de que se trata, en el último milenio.

XI-19: Le Roy Ladurie, Fuentes: para el glaciar de Aletsch, *véase* Œchsger y Rothilsberger, 1961, p. 191 y *Radiocarbon supplement* (del *American Journal of Science*), vol. I, p. 138. Para el glaciar de Grindelwald, bosque fósil descrito en Grüner, 1770 y fechada en *Radiocarbon supplement*, vol. 3, p. 44.

XI-20: Herlihy. Fuente: *véase* XI-1.

XI-21: Helleiner. Fuentes: Curtschmann, 1900; Vanderlinden, 1924; Briton, 1937.

XI-22: Manley. Fuente: *véase* XI-3.

—*Siglo XVI*—

XVI-1: Le Roy Ladurie. Fuente: Easton, *obra citada.*

XVI-2: Helleiner. Fuente: Vanderlinden, 1924.

XVI-3: Manley. Fuentes: Short, Holinshed, según Baker, 1883; Vanderlinden, 1924; Mossman, R., 1902 y diversas fuentes de archivo.

XVI-4: Le Roy Ladurie. Fuentes: Archivos de Herault y fondos Chobaut del Museo Calvet de Aviñón, etc. (Ver anexo 12.)

XVI-5: Helleiner. Fuente: Weikinn, 1958, I.

XVI-6: Lamb. Fuente: Betin, 1957. Fechas contadas en número de días a partir del 1º de enero del año de que se trata. La ordenada 87 (18 de marzo) indica la fecha media de la apertura del puerto en el período 1900-1949.

XVI-7: Arakawa. Fuentes: sus artículos de 1954 y 1957. El punto 0 corresponde a la fecha media de la congelación total del lago en el siglo XVI (8 de enero en el calendario gregoriano). La línea de demarcación de los rectángulos blancos y negros corresponde a fecha media de la helada en el período 1720-1953 (es decir el 11 de enero).

XVI-8: Lamb. Fuentes: *véase* XI-6, así como a Mossman, 1902, y Tycho Brahé en edición de 1876.

XVI-9: Giralt. Fuentes: *Arxiu Historic Municipal* de Barcelona, series "Ordinacions" y "Dietari de l'Antic conseil Barceloni" (inéditas).

XVI-10: Le Roy Ladurie. Fuente: Champion, M., 1858-1864.

XVI-11: Lamb. Fuente: *Journal* de Wolfgang Haller, de Zurich (1550-1576), edición de 1875.

XVI-12: Le Roy Ladurie. Fuentes: arriendos de cosechas en los archivos de los capítulos de Narbona, Beziers y Agdé. (A. D. Aude y Herault, serie G y notarios de Agdé).

XVI-13: Giralt (*cf.* XVI-9).

XVI-14: Le Roy Ladurie y Helleiner. Fuentes: Champion, 1858-1864; Vanderlinden, 1924.

XVI-15: Arakawa, 1955, pp. 147-150 y 1956, pp. 559-600. El punto 0 corresponde a la fecha promedio de floración en el siglo XVI de acuerdo con el calendario gregoriano (17 de abril). La línea de demarcación de los rectángulos negros y blancos corresponde a la fecha promedio de floración en la serie completa de los "cerezos", que comprende los siglos IX a XIX. Esta fecha promedio intersecular es el 15 de abril. (*Cf.* la obra de Arakawa, 1957, p. 4).

XVI-16: Le Roy Ladurie. Fuente. *cf.* anexo 12.

XVI-16: *bis*: Le Roy Ladurie (*véase* XVI-16). Si *b* es la diferencia en días en un año determinado, *a* la diferencia del año anterior y *c* la del año siguiente, la media móvil *m* que corresponde al año *b* aparece en la fórmula siguiente:

$$m = \frac{a + 2b - c}{4}$$

XVI-17: Manley. Fuente: *véase* XVI-3.

XVI-8: Siren, G. (*véanse* curvas completas y comentarios en Siren, 1961). El punto 0 (en cuyo derredor se ordenan las diferencias anuales con la media, positivas o negativas), representa el crecimiento medio anual de los árboles que se consideran en el período 1181-1960.

XVI-19: Giddings (*véase* XVI-8).

XVI-20: Giralt (*véase* XVI-9).

XVI-21: Le Roy Ladurie (*véase* XVI-10).
XVI-22: Helleiner. Fuente: Vanderlinden, 1924.
XVI-23: Lamb (*véase* XVI-11).
XVI-24: Lamb (*véase* XVI-8).
XVI-25: Giralt (véase XVI-9).
XVI-26: Le Roy Ladurie (*véase* XVI-10).
XVI-27: Helleiner (*véase* XVI-22).
XVI-28: Fritts (*véase* XI-18).
XVI-29: Le Roy Ladurie. Fuente: Champion, 1858-1864 (años sin inundación registrada).
XVI-30: Giralt (*véase* XI-9).
XVI-31: Giralt. Fuente: Giralt, 1962. *Cf.* también Giralt, 1958, pp. 38-61. Sobre la diferencia de un año hacia arriba de la escala cronológica de XVI-31, *vëase supra* p. 375.
XVI-32: Helleiner. Fuentes: para Austria, A. F. Pribram, 1938; para Alemania, J. M. Elsass; para Inglaterra, W. H. Beveridge, 1939 y Th. Rogers; para Bélgica, Vanderlinden, 1924; para Francia, Baulant, M. y Meuvret, J.; para Polonia, de acuerdo con los trabajos de Rutkowsky; para España, según Hamilton, 1934.
XVI-33: Manley (*véase* XVI-3).
XVI-34 (glaciares); Le Roy Ladurie. Fuentes: sobre la retirada glaciar del 1540, *véase supra,* anexo 13, *pare final;* para el resto *véase* capítulo IV.

Los diagramas de Aspen fueron elaborados por Hidetoshi Arakawa, Harold C. Fritts, James L. Giddings, Emili Giralt Raventos, Karl F. Helleiner, David Herlihy, H. H. Lamb, Emmanuel Le Roy Ladurie, Gordon Manley y Gustaf Siren.

El montaje original de los diagramas lo efectuó la comisión histórica de la Conferencia de Aspen, presidida por W. B. Watson.

El arreglo definitivo es obra de Jacques Bertin y de Janine Recurat.

ANEXO 16

Dendrocronología

Hay dos series de trabajos acerca de la dendrocronología norteamericana:

— Publicaciones antiguas: A. E. Douglas, 1919, 1928, 1936; Anteus, publicación núm. 352 y 469; W. S. Glock, publicación núm. 486.

— Publicaciones más recientes que renuevan por completo el tema en que se funda nuestra exposición: toda la serie de los *Tree-ring Bulletin* publicados por la Universidad de Arizona, y Schulman, 1951 y 1956. *Cf.* también a Giddings, 1947; Zeuner, 1949, capítulo I; A. Laming-Emperaire, 1952; A. Ducrocq, 1955. Y últimamente, de manera

fundamental, toda la serie de artículos de Fritts. Acerca de Europa occidental, los datos básicos están en Huber, 1964 (principalmente la gráfica final) y Hollstein, 1965. Ver también a Huber, 1969, quien dio una gráfica muy detallada sobre el último milenio en Alemania hesoica. Para Francia, ver a De Martin, en un artículo que apareció en los *Annales E. S. C.*, 1970.

Reproducimos a continuación (por considerarla útil para los investigadores e historiadores de Alemania, Suiza, Benelux, Inglaterra suroccidental y Francia nororiental) la cronología superior anual de los *tree-rings* del roble, en las regiones alemanas situadas al oeste del Rhin, que elaboró Hollstein, 1965, y que comprende el período de 820 a 1964 de nuestra era.

Cronología del roble correspondiente a Alemania en el oeste del Rhin

Las cifras indican el espesor promedio de los *tree-rings* en 1/100 de milímetro. La letra "n" (de la derecha) señala el número de muestras o vigas de roble que se tomaron por cada decenio.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	n
820			152	161	115	143	186	190	175	147	1
830	144	204	185	165	138	121	174	231	148	191	4
840	181	201	216	162	199	178	187	173	172	163	4
850	168	128	130	177	153	132	148	156	137	165	4
860	133	145	138	128	135	135	156	149	127	160	4
870	141	159	143	151	80	136	134	144	147	152	7
880	128	144	138	112	150	156	163	139	149	145	7
890	119	135	154	154	159	139	139	158	110	108	7
900	141	141	117	141	118	143	132	109	117	149	9
910	95	130	126	106	94	107	78	89	79	109	10
920	82	117	88	92	91	89	82	117	81	109	10
930	83	120	118	104	117	91	115	102	131	129	12
940	131	123	153	95	100	77	100	113	129	128	13
950	144	124	134	128	107	123	111	116	112	138	13
960	115	130	107	118	99	114	114	129	124	148	13
970	119	117	124	124	91	132	118	120	104	129	13
980	100	98	119	108	101	144	119	111	108	129	13
990	86	113	102	108	97	89	105	98	95	132	14

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	n
1000	94	124	116	133	109	116	110	109	115	121	14
1010	110	115	139	138	95	122	111	114	85	114	13
1020	99	139	116	131	127	113	131	128	106	104	11
1030	148	118	119	127	116	118	105	144	114	103	11
1040	123	110	114	92	78	115	113	118	100	119	12
1050	109	110	133	98	122	123	129	127	114	93	10
1060	129	110	113	145	100	130	145	138	162	132	8
1070	107	111	118	166	122	131	121	134	108	139	7
1080	139	99	171	132	116	168	138	166	158	164	6
1090	109	163	189	180	180	164	160	187	168	170	4
1100	218	168	119	145	149	132	170	150	182	174	4
1110	174	118	193	148	196	184	256	288	216	248	4
1120	198	165	264	262	186	169	189	159	184	153	6
1130	211	188	187	142	180	178	174	135	178	180	10
1140	232	195	164	209	182	206	168	167	149	186	11
1150	147	158	121	186	169	155	184	159	175	155	11
1160	182	175	131	101	66	60	80	60	131	130	11
1170	115	149	142	154	156	148	119	81	126	124	11
1180	141	127	142	114	86	96	109	136	88	129	11
1190	130	138	102	143	128	147	133	111	140	121	11
1200	110	160	153	160	144	120	138	89	129	128	13
1210	148	131	92	118	108	116	115	86	108	137	13
1220	115	134	106	125	124	121	118	106	103	142	15
1230	125	108	95	75	83	100	84	113	109	108	15
1240	133	120	118	132	87	135	110	138	122	140	14
1250	135	133	86	114	92	122	121	85	111	99	14
1260	102	91	73	81	119	117	138	101	128	114	13
1270	77	118	93	110	108	134	86	116	72	95	13
1280	116	98	108	141	109	116	138	75	92	81	12
1290	101	95	115	101	87	111	130	98	133	106	12
1300	111	104	118	90	91	86	88	99	79	119	12
1310	96	93	125	109	121	109	127	126	113	113	14
1320	85	117	113	94	99	89	72	107	106	108	14
1330	90	94	86	83	93	103	79	98	97	88	14
1340	74	93	99	102	77	102	101	79	90	115	15
1350	84	100	86	75	107	85	102	84	126	132	14

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	n
1360	87	90	133	131	124	110	158	158	140	175	19
1370	157	130	131	132	150	133	143	130	143	126	22
1380	134	122	107	135	132	103	142	116	137	127	29
1390	116	126	121	84	89	86	72	82	129	128	34
1400	117	135	156	161	131	141	134	122	130	144	34
1410	166	152	145	140	139	119	144	94	111	96	32
1420	80	119	72	85	104	89	128	131	130	144	36
1430	143	123	120	112	88	132	152	143	126	135	30
1440	138	120	99	120	113	119	107	119	90	137	25
1450	114	137	99	108	136	132	145	135	125	99	23
1460	129	107	91	110	78	122	105	126	154	120	28
1470	145	131	158	129	165	163	120	131	98	147	28
1480	150	149	137	138	188	139	144	179	150	135	28
1490	140	110	120	119	128	130	136	145	95	150	27
1500	117	143	138	89	73	120	84	119	109	131	27
1510	111	108	124	97	106	133	110	69	93	95	24
1520	85	112	100	103	110	98	128	111	152	137	23
1530	99	155	84	132	85	132	91	116	77	118	23
1540	100	111	124	116	136	128	108	93	109	100	23
1550	97	108	83	99	85	125	81	86	91	85	25
1560	131	124	144	120	122	125	96	87	120	101	28
1570	125	107	95	99	76	124	93	113	97	120	28
1580	118	129	99	86	136	124	136	117	94	131	26
1590	92	107	125	130	105	104	90	116	115	96	25
1600	113	88	93	69	97	96	117	148	118	118	24
1610	98	98	120	146	125	100	101	130	115	98	22
1620	83	73	91	124	103	130	99	139	93	101	19
1630	97	101	136	118	91	86	59	85	99	76	18
1640	93	90	100	103	75	84	82	82	119	113	20
1650	109	78	63	78	100	115	100	101	106	80	21
1660	98	122	97	108	124	99	105	76	76	95	22
1670	81	102	91	129	93	100	85	105	104	117	23
1680	112	81	118	121	93	94	118	122	147	132	22
1690	137	154	132	158	137	114	92	80	115	116	20
1700	128	133	123	116	150	108	145	132	130	82	21
1710	80	86	132	141	113	137	117	135	110	93	24

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	n
1720	121	110	137	103	122	155	133	188	120	137	26
1730	147	105	133	133	140	162	130	151	162	136	24
1740	147	98	116	89	65	87	137	130	109	136	25
1750	125	133	161	108	168	123	152	119	87	96	25
1760	85	139	104	149	130	107	132	119	153	145	21
1770	154	118	101	167	166	162	137	139	114	115	18
1780	103	90	96	124	100	107	79	100	172	170	15
1790	130	128	148	107	137	135	148	147	135	108	14
1800	110	128	88	108	118	122	97	107	86	134	14
1810	110	122	95	109	104	104	129	124	107	91	14
1820	111	126	90	136	130	93	112	111	118	128	14
1830	109	117	85	95	124	99	100	113	106	108	14
1840	112	100	115	94	84	93	77	105	104	120	13
1850	121	121	105	109	70	111	95	93	72	102	13
1860	108	125	132	118	119	102	119	115	98	105	13
1870	64	115	101	102	96	127	89	121	119	118	13
1880	82	96	104	95	102	95	93	89	107	106	13
1890	106	104	89	71	130	137	123	126	154	125	14
1900	128	133	129	136	134	100	68	76	73	70	14
1910	116	111	127	125	133	98	135	124	128	100	13
1920	113	88	123	103	130	105	108	115	105	106	13
1930	107	131	130	105	97	99	112	97	114	87	12
1940	89	84	63	90	88	80	108	80	97	120	12
1950	108	117	104	124	119	123	84	67	98	97	10
1960	103	105	88	100	85	•	•	•	•	•	

ANEXO 17

INDICACIONES RECIENTES RESPECTO AL CLIMA EN EL SIGLO XIII

Este libro estaba terminado ya cuando Gabrielle Demians d'Archimbaud, la eminente arqueóloga de las poblaciones desaparecidas de Provenza, me hizo llegar la nota siguiente:

Rougiers (Var). En el transcurso de las campañas de excavación de 1965 y 1966, fue posible estudiar, en el emplazamiento del poblado feudal desaparecido, las dos grutas C y F, que aportan nuevas indicaciones sobre el período de semiabandono que hace notable al conjunto del *castrum* durante la segunda mitad del siglo XVIII: "debilitamiento demográfico" del paraje elevado, que conduce a un nuevo establecimiento en la misma altura y, por otra parte, recrudecimiento pasajero de la pluviosidad.

Ambas grutas se presentan de manera muy diferente: la primera tiene el aspecto de una vasta sala aproximadamente rectangular (cerca de 8 × 6 metros), cuya parte norte está ocupada por un importante pilar estalagmítico; la segunda está formada por un estrecho corredor que se hunde en el acantilado de rocas calizas (de 1 a 2.50 metros de ancho por 5 metros de largo) con una falla que lo recorre por toda su longitud. En ambos casos resultan muy poco importantes los depósitos tardíos que se formaron en la superficie desde que se abandonó definitivamente el lugar a principios del siglo XV: delgada capa de arena y de bloques (separados de las paredes o del techo rocoso) que ni siquiera cubre toda la superficie de la gruta F.

Esto contrasta con la presencia de una capa profunda de terraplén aparentemente natural, intercalada entre los niveles de principios del siglo XIII (período de acondicionamiento del lugar), y de fines del mismo siglo o principios del XIV, siguiendo luego la ocupación humana de modo continuo hasta el siglo XV. Esta capa, que en la gruta C está caracterizada por la presencia de numerosos bloques de piedra (agrietada con frecuencia [?]) y grava mezclada con la tierra muy poco compacta, es particularmente importante en la zona norte. En la gruta F, el nivel estéril, mucho más nítido, tiene un espesor de treinta centímetros y se sigue de modo continuo en toda la excavación. Está formado de arena amarilla, de piedras y de grava resultante de la descomposición de la roca, y se intercala en una capa de tierra negra que contiene vasijas de principios del siglo XIII y de suelos ocupados con clara posteridad (fines del siglo mencionado y principios del XIV).

Parece, por tanto, que después del primer acondicionamiento del lugar, efectuado a principios del siglo XIII, haya seguido un período de semiabandono, y sin duda, las grutas quedaron inutilizadas por causa de muy fuertes infiltraciones de agua de lluvia cuya abundancia es lo único que puede explicar la formación de los importantes depósitos naturales de profundidad comprobada.

El espesor de estos niveles no puede dejar de sorprendernos, ya que ninguna acumulación comparable se ha formado superficialmente desde que concluyó el siglo XV.

Parece pues que estamos en presencia de un fenómeno climático particular que debió tener lugar hacia mediados del siglo XIII: fuertes lluvias de verano, escasa evaporación, que sería tentador relacionar

con la fase probable de enfriamiento o de humidificación y de veranos terribles, comprobada en otros puntos de Europa y sobre todo en los Alpes durante la misma época. ¿Se trata de un nuevo testimonio acerca de una fluctuación climática en Europa occidental?

Como se ve, es notable la concomitancia: probables veranos terribles y enfriamiento en el sur de Francia; en forma simultánea, y pudiera ser correlativa, avance de los glaciares suizos, por "ablación" más débil (*Cf. supra,* 327-328 y 332-333), alrededor de 1230-1250.

ANEXO 18

A propósito de una caverna de Ardeche

Como hemos visto en el anexo anterior, las cavernas no han dejado de proporcionar revelaciones acerca de la historia del clima. Y es conveniente a este respecto, mencionar ahora los trabajos prometedores de J. Labeyrie, 1967, y de sus colaboradores, quienes han analizado las variaciones de la proporción de O 18 contenido en $CaCo_3$ (carbonato de calcio), durante la formación de una estalagmita blanca de calcita muy pura, estalagmita situada en la sima de Orñac (Ardeche, Francia) que tiene una antigüedad de 7 000 años. Se sabe que estas variaciones del O 18 son reveladoras de cambios en la temperatura ambiente, como los que repercuten en la composición isotópica del agua; de esa agua que contribuyó en el pasado a formar la estalagmita. Labeyrie obtiene, para el último milenio que es el que nos interesa, aproximadamente los valores que siguen,[1] a partir de cinco muestras sucesivas:

Siglo x: 12.1°C
Ca. 1150: 11.5°C
Ca. 1450: 11°C
Ca. 1750-1800: 12.3°C
Ca. 1940: 11.7°C

[1] Estas cifras en grados centígrados se refieren en principio a la temperatura promedio de la gruta. Las variaciones positivas o negativas de la temperatura que indican estas cifras en grados centígrados importan de hecho mucho más que el valor absoluto mismo de las cifras. Estas variaciones son significativas de calentamiento o de enfriamiento seculares que, en la fecha indicada, afecta *a todo el ciclo* del agua, desde el momento en que ésta se evapora del océano, hasta que se condensa en lluvia y se incorpora, por último en las solidificaciones y estalagmitas de la sima de Orñac.

ANEXO 19

(Redactado con la colaboración
de J. P. Legrand y M. Demonet)

Las fechas de vendimias anuales y septentrionales de 1484 a 1977 (serie definitiva)

El presente texto pretende rectificar acerca de un punto y, por otra parte, completar hacia el descenso cronológico (hasta nuestros días) la serie de fechas de vendimias que se publicó en los *Annales E. S. C.* de julio-agosto de 1978.[1] El cuadro de la página 765 de ese número que daba año por año la fecha anual y promedio de las vendimias en la cuarta parte noreste de la "Galia" vinícola, es exacto hasta 1778 inclusive; pero, a partir del año 1779 que comprende hasta 1879, proporciona erróneamente la fecha de vendimia en ***promedio móvil de tres años*** en el año de que se trata (en lo que se refiere al modo exacto de calcular este promedio móvil, véanse los *Annales E. S. C.,* 1978, p. 768). Por ello publicamos aquí un cuadro rectificado en el que todos los años incluyen el promedio bruto anual (y no el promedio móvil), comprendido el del período de que se trata, que es de 1779 a 1879.

Por otra parte, gracias a las cifras que nos proporcionó J. P. Legrand hemos completado nuestra serie de vendimias de 1880 hasta 1977, siempre para la región de Suiza y de la cuarta parte noreste de Francia considerada en nuestro artículo anterior; hemos utilizado para ello las series[2] de:

— región parisiense: Argenteuil (que sigue, a partir de 1868, a la que habíamos utilizado antes);

— Borgoña: Beaune y Volnay (con la misma observación que para Argenteuil);

— Champaña: fecha regional para los vinos de Champaña (serie que principia en 1874);

— Jura: Pupillin (serie que principia en 1914);

— Suiza: Aubonne y Vevey (con la misma observación que para Argenteuil).

Hemos tomado como serie de referencia a Volnay, estación que desde todos los puntos de vista está muy cerca de Dijon, que fue nuestra serie de referencia para el período 1484 a 1879.

[1] Micheline Baulant, Emmanuel Le Roy Ladurie y Michel Demonet, "Une Synthese Provisoire: les Vendages du xv au xix siècle", *Annales E.S.C.,* núm. 4, 1978, pp. 763-771.

[2] Estas series fueron publicadas individualmente por J. P. Legrand en *La Météorologie,* VI, 9, 1977, p. 73; VI, 12, 1978, p. 173 1980.

En cada una de las otras seis series hemos calculado la diferencia que separa a una de otra, la media general de esta serie en particular (en todo el período de los años 1870 a 1977 que se consideran) y la media general homóloga de la serie de Volnay.

Según el cálculo de estas seis "diferencias con la media", ha resultado que todas estas series eran más tardías que la de Volnay (de cinco días como promedio en Argenteuil, un día en Beaune, un día en Champaña, once días en Pupillin, trece en Aubonne y quince en Vevey). Para cada año de la serie hemos obtenido así el valor local que corresponde a esta diferencia (cinco días cada año en la serie de Argenteuil, un día cada año en la serie de Beaune, etc.), con el fin de hacer que dicha serie resulte enteramente compatible con la de Volnay. Esta "amputación" o sustracción ha sido hecha, en las condiciones definidas, en cada año de cada una de les seis series de que se trata pero, evidentemente, no así en la de Volnay.

Las siete series —incluida la de Volnay—, habiéndose vuelto homogéneas entre sí, nos llevaron a calcular una media general para cada año. Por último, comprobamos que hay una diferencia *de un día* entre 'A' y 'B', en el decenio 1868-1879, *común* a la serie 'B' (= 1880-1977), que acabamos de elaborar en el presente artículo, y 'A' (que ahora se rectifica), publicada por nosotros en los *Annales E. S. C.* de julio-agosto de 1978 acerca del período que va de 1484 a 1879. Dicho de otro modo la serie 'B' es más precoz *por un día* en promedio en comparación con la serie 'A', en lo que se refiere a este decenio de 1868-1879 que es el punto de unión entre 'A' y 'B'. Por eso hemos añadido un día a cada año de la serie 'B' de 1880 a 1977. En esas condiciones se vuelve compatible completamente con la serie 'A', e integra en adelante su prolongación lógica. Ahora tenemos una serie completa de fechas de vendimias de 1484 a 1977.

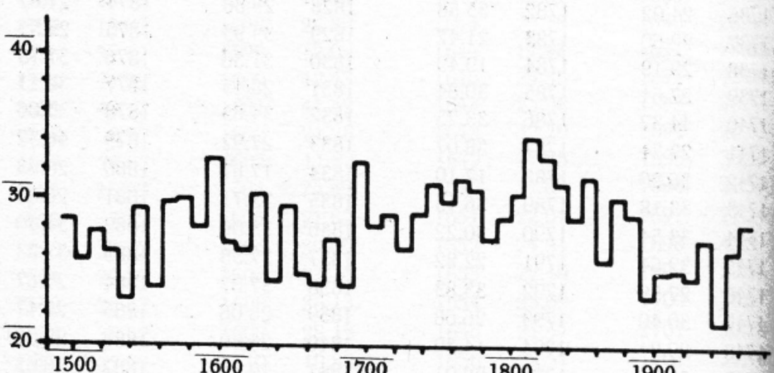
Fecha promedio anual del comienzo de las vendimias en Francia del Noreste, Suiza de habla francesa y región del Sur de Renania, de 1484 a 1977, en número de días, empezando el 1º. de septiembre (calendario gregoriano).

1484	31.22	1495	12.22	1506	28.52	1517	21.72
1485	36.72	1496	40.22	1507	18.52	1518	27.92
1486	20.22	1597	31.22	1508	32.22	1519	37.22
1487	26.22	1498	25.92	1509	24.92	1520	23.22
1488	47.22	1499	28.22	1510	30.22	1521	22.72
1489	27.72	1500	14.22	1511	43.92	1522	23.52
1490	27.22	1501	19.22	1512	23.92	1523	16.92
1491	49.72	1502	25.52	1513	27.72	1524	14.22
1492	lagua	1503	16.92	1514	28.52	1525	20.22
1493	35.72	1504	17.22	1515	31.22	1526	26.92
1494	18.22	1505	43.22	1516	10.72	1527	39.22

1528	33.72	1574	32.52	1620	31.19	1666	20.48
1529	43.22	1575	26.72	1621	46.54	1667	28.88
1530	21.72	1576	34.32	1622	27.24	1668	21.49
1531	26.22	1577	32.92	1623	22.41	1669	18.31
1532	22.92	1578	24.92	1624	14.56	1670	23.47
1533	31.72	1579	39.72	1625	33.93	1671	19.73
1534	20.52	1580	28.02	1626	30.00	1672	29.73
1535	32.22	1581	38.52	1627	44.64	1673	39.84
1536	8.22	1582	29.72	1628	43.11	1674	26.92
1537	35.22	1583	14.92	1629	20.10	1675	48.41
1538	12.22	1584	24.02	1630	20.25	1676	11.92
1539	27.92	1585	36.52	1631	21.41	1677	29.49
1540	11.92	1586	32.72	1632	36.42	1678	23.17
1541	34.22	1587	38.22	1633	35.71	1679	25.78
1542	50.22	1588	27.02	1634	31.03	1680	16.50
1543	31.22	1589	26.52	1635	28.40	1681	19.61
1544	29.72	1590	11.84	1636	10.91	1682	34.73
1545	11.92	1591	31.27	1637	8.73	1683	21.30
1546	21.72	1592	34.92	1638	10.43	1684	9.24
1547	27.22	1593	38.24	1639	26.02	1685	23.70
1548	30.72	1594	34.55	1640	33.30	1686	11.14
1549	25.22	1595	31.72	1641	33.03	1687	29.57
1550	31.52	1596	35.08	1642	35.37	1688	28.80
1551	25.92	1597	42.34	1643	34.84	1689	31.33
1552	19.02	1598	28.80	1644	20.18	1690	28.98
1553	32.42	1599	12.09	1645	17.42	1691	23.81
1554	21.22	1600	42.43	1646	25.56	1692	42.34
1555	43.42	1601	41.42	1647	25.98	1693	30.71
1556	0.72	1602	21.26	1648	32.70	1694	20.63
1557	26.62	1603	11.82	1649	37.25	1695	38.45
1558	25.22	1604	25.49	1650	31.83	1696	31.50
1559	7.72	1605	21.62	1651	22.01	1697	27.24
1560	32.52	1606	39.09	1652	24.91	1698	43.81
1561	20.32	1607	23.74	1653	22.40	1699	29.58
1562	25.72	1608	36.13	1654	35.09	1700	36.57
1563	30.52	1609	28.19	1655	21.47	1701	30.28
1564	37.22	1610	19.87	1656	29.51	1702	33.40
1565	32.22	1611	18.37	1657	20.99	1703	33.11
1566	25.22	1612	32.20	1658	31.51	1704	18.18
1567	21.52	1613	26.30	1659	18.00	1705	34.52
1568	33.62	1614	37.78	1660	19.00	1706	16.99
1569	31.52	1615	18.10	1661	18.81	1707	28.07
1570	38.22	1616	6.24	1662	27.47	1708	29.17
1571	14.42	1617	30.01	1663	36.05	1709	28.35
1572	21.62	1618	35.96	1664	24.28	1710	25.81
1573	42.92	1619	25.66	1665	20.77	1711	30.28

1712	26.33	1758	27.30	1804	29.78	1850	36.74
1713	38.36	1759	24.42	1805	44.01	1851	38.22
1714	33.08	1760	22.00	1806	26.75	1852	29.27
1715	30.31	1761	21.19	1807	23.10	1853	39.28
1716	39.14	1762	17.80	1808	28.24	1854	33.74
1717	28.65	1763	36.36	1809	41.67	1855	35.81
1718	10.27	1764	23.23	1810	32.63	1856	34.70
1719	21.65	1765	31.22	1811	15.12	1857	22.13
1720	29.87	1766	30.23	1812	40.17	1858	22.33
1721	33.43	1767	42.98	1813	41.55	1859	21.08
1722	27.30	1768	32.82	1814	37.56	1860	41.84
1723	19.22	1769	32.12	1815	27.26	1861	26.19
1724	21.49	1770	43.32	1816	54.13	1862	23.94
1725	45.61	1771	33.31	1817	40.78	1863	26.81
1726	14.97	1772	30.67	1818	23.87	1864	28.53
1727	16.64	1773	38.36	1819	28.77	1865	9.44
1728	18.90	1774	29.46	1820	36.71	1866	31.84
1729	30.31	1775	29.03	1821	45.15	1867	29.62
1730	35.11	1776	34.77	1822	19.92	1868	13.30
1731	25.35	1777	37.36	1823	41.56	1869	24.94
1732	29.18	1778	25.53	1824	39.45	1870	17.12
1733	26.72	1779	22.91	1825	20.80	1871	31.62
1734	22.80	1780	23.74	1826	28.68	1872	30.60
1735	36.71	1781	13.95	1827	26.51	1873	30.06
1736	24.02	1782	35.58	1828	29.88	1874	21.67
1737	22.60	1783	21.42	1829	39.93	1875	25.51
1738	29.19	1784	19.49	1830	31.36	1876	31.79
1739	27.64	1785	30.84	1831	28.45	1877	32.11
1740	44.32	1786	33.25	1832	34.65	1878	33.06
1741	27.74	1787	38.07	1833	27.92	1879	46.32
1742	36.20	1788	17.10	1834	17.87	1880	28.83
1743	33.18	1789	36.13	1835	33.71	1881	26.00
1744	33.54	1790	30.22	1836	33.06	1882	34.40
1745	32.64	1791	22.82	1837	37.38	1883	32.83
1746	27.58	1792	33.83	1838	37.07	1884	25.67
1747	30.40	1793	26.68	1839	28.06	1885	25.17
1748	29.84	1794	14.39	1840	25.50	1886	28.00
1749	28.36	1795	28.91	1841	29.36	1887	26.83
1750	28.96	1796	35.72	1842	19.26	1888	33.40
1751	39.21	1797	30.41	1843	42.28	1889	26.40
1752	35.70	1798	20.59	1844	24.56	1890	32.80
1753	25.38	1799	43.08	1845	40.70	1891	37.40
1754	33.47	1800	25.58	1846	14.79	1892	20.33
1755	23.47	1801	28.35	1847	32.94	1893	4.70
1756	37.79	1802	24.34	1848	28.27	1894	28.67
1757	28.17	1803	29.23	1849	29.07	1895	18.50

1896	25.50	1917	12.40	1938	29.43	1959	13.86
1897	18.17	1918	24.00	1939	38.86	1960	19.86
1898	33.33	1919	26.86	1940	23.00	1961	22.86
1899	23.17	1920	22.86	1941	33.17	1962	36.57
1900	24.33	1921	16.86	1942	22.14	1963	35.57
1901	17.83	1922	25.86	1943	17.29	1964	18.29
1902	31.00	1923	29.71	1944	26.57	1965	39.71
1903	30.67	1924	23.29	1945	8.00	1966	25.57
1904	15.17	1925	25.29	1946	24.50	1967	25.83
1905	22.83	1926	31.00	1947	10.71	1968	28.43
1906	21.00	1927	23.43	1948	27.29	1969	29.43
1907	31.50	1928	24.43	1949	21.29	1970	28.29
1908	20.67	1929	23.43	1950	16.86	1971	17.00
1909	33.14	1930	27.71	1951	35.43	1972	34.71
1910	35.33	1931	27.00	1952	12.29	1973	22.29
1911	14.00	1932	35.00	1953	22.14	1974	27.50
1912	30.71	1933	25.00	1954	34.86	1975	24.57
1913	29.00	1934	15.14	1955	30.29	1976	5.14
1914	29.86	1935	27.86	1956	39.86	1977	34.50
1915	17.67	1936	28.50	1957	28.83		
1916	31.00	1937	17.00	1958	29.43		



Media decenal de las fechas de vendimias

Las medias decenales de esta curva permiten estudiar más fácilmente la variación de la fecha de vendimia en el plano secular, variación provocada por factores climáticos, pero que son también puramente humanos. Nos damos cuenta de que las fechas de vendimia oscilan

aproximadamente alrededor de una media bisecular que permanece constante de 1484 a 1700. En cambio, durante el siglo XVIII y hasta 1840, las vendimias se vuelven cada vez más tardías; sobre todo por la influencia de las comunidades de viticultores, que están dominadas por una *élite* de propietarios y cultivadores cuidadosos e importantes, y procuran vendimiar cada vez más tarde para obtener un vino mejor, de mayor graduación alcohólica. Posible es también que los cambios de cepas hayan crecido en la misma dirección de desarrollo "tardío". Después de 1840 y hasta 1890, como lo ha mostrado Robert Laurent en su tesis relativa a Borgoña,[3] la presión democrática de los pequeños viticultores, que cuidan menos la calidad que sus colegas más pudientes, y el relajamiento de las instituciones del renglón de vendimias, producen un movimiento en sentido contrario hacia la precocidad. ¿Habrá contribuido también en esta tendencia el injerto de cepas americanas después de la "filoxera" a partir del decenio de 1880? Un recalentamiento[4] iniciado en 1890-1900 llegó a sobreponerse en esta deriva de origen humano, en dirección de las vendimias precoces.[5]

ANEXO 20

El contexto climático de las grandes hambrunas del siglo XVII según la obra de F. Lebrun

Después de la edición estadounidense de *Times of feast, Times of famine...* (1971), que precedió a la edición inglesa, apareció un libro importante que se refiere de muy cerca a la historiografía del clima; se trata de la obra de François Lebrun, titulada *Les hommes et la mort an Anjou aux xvii et xviii siècles* (París, La Haya, Mouton, 1971). Este estudio contiene datos esenciales sobre la historia climática tomada en sí misma y también sobre las causas meteorológicas de las grandes hambrunas del siglo XVII (ver principalmente la gráfica fuera de texto 41 de F. Lebrun). Por otra parte, ilumina el ambiente climático de las epidemias: las grandes oleadas de disentería, por ejemplo, acompañan a los veranos cálidos y secos (1635, 1706, 1779); las enfermedades broncopulmonares hacen estragos en los inviernos fríos.

[3] Robert Laurent, *Les vignerons de la Côte d'Or au xix siècle.* Dijon, 1958.

[4] J. P. Legrand propuso, en un artículo de *La Meteorologie* (marzo de 1979, pp. 167-182), un método original, basado en considerar únicamente fechas extremas (muy precoces o muy tardías), para eliminar el *trend* de origen humano, y para hacer resaltar el *trend* secular o decenal de origen puramente climático.

[5] El texto de este anexo 19 había aparecido inicialmente en los *Annales E. S. C.* de 1981 (p. 438).

Pero me detendré aquí, con esta breve referencia de la obra de F. Lebrun, en la meteorología agrícola de los pésimos años; en efecto, el estilo climático de las hambrunas no podría permanecer indiferente a quien quiere comprender determinada historia agraria. En los siglos XVI (1556), XVIII (cosecha de 1788) y XIX (1846), las carestías o simples déficits frumentarios en la mitad norte de Francia se ven más de una vez ligados a fenómenos de quemaduras: una insolación cuando termina la primavera o comienza el verano quema y seca los cereales, e impide que la cosecha alcance un rendimiento de importancia. Ahora bien, en el siglo XVII, tan espectacular en la historiografía del hambre, el escaldado no es el mayor peligro; las grandes hambrunas de la época clásica, que son las del decenio de 1590, de 1630, de la Fronda, de 1661, de 1694 y de 1709, se derivan de inviernos horriblemente fríos o muy húmedos, o de veranos terribles; o de esos dos o tres fenómenos sucesivamente.

Sin embargo, hagamos a un lado el decenio de 1590 en cuyo transcurso no representó la hambruna (alrededor de París por lo menos) más que un papel secundario en el desencadenamiento de las crisis de subsistencia; las cosechas estaban amenazadas de todos modos, trastornadas o comprometidas por las guerras de religión y de la Liga, por las incursiones de los soldados y por la destrucción del capital agrícola. Lo mismo, en el momento de las grandes hambrunas de 1649-1652, el segundo plano climático (invierno muy frío de 1649 y vendimias tardías del decenio 1640 sobre todo cuando concluía éste), no representó más que un papel subordinado, aunque no desdeñable en el destino fatal del trigo. La Fronda principalmente, más que la lluvia, "mató" los cereales hacia 1650, como consecuencia de la inseguridad militar, etcétera.

En cambio, la carestía septentrional de 1630 es sin duda hija única del clima, del mal clima. Según F. Lebrun, la cosecha angevina del verano de 1630, en muchos de los poblados, es apenas superior al volumen de las semillas; el precio del trigo en Anjou alcanza en consecuencia su *record* en el siglo XVII, que será derrotado sólo una vez localmente y por muy poco, en 1661-1662. La causa inmediata de ese desastre, en cuanto al clima, no es complicada: el año-cosecha, contado desde la víspera de la siembra hasta la cosecha, o dicho de otro modo, desde septiembre de 1629 hasta agosto de 1630, fue, cerca de Angels, notablemente húmedo y ciclónico; en doce feses, solamente se cuenta uno (julio de 1640) que puede ser considerado como bastante seco; siete, muy húmedos (de octubre de 1629 a abril de 1630; es decir un período de humedad que interesa a la mayor parte de la vida anual de los cereales de que se trata). Los cuatro meses restantes se mostraron simplemente normales.

Más notable aún por su claridad climatológica es la hambruna de 1661: estalla en plena paz; su epicentro está en el país de Blois; sus devastaciones sobre las cosechas y en consecuencia sobre los hombres se extienden hasta las regiones del Loira y hacia el sur de la cuenca parisiense. Esta hambre, que coincide con el advenimiento de Luis XIV, fue, si podemos decirlo, el "banco de prueba" en el que Meuvret y sus

discípulos pusieron a prueba las teorías de la crisis de subsistencias en el siglo XVII, con sus temas fundamentales: mortalidad de los pobres, concomitante con la punta cíclica del precio de los cereales; baja del número de concepciones durante el período de carestía, debido a las amenorreas de hambruna y como consecuencia de otros factores; papel multiplicador de las epidemias, propagadas por la erratividad de los hambrientos, etc. Esta hambruna de 1661 es demográficamente ejemplar si hemos de creer, como siempre, en los análisis de F. Lebrun, y, por otra parte, es reveladora en cuanto al clima: el invierno extremadamente frío de 1660 (diciembre de 1659 y enero-febrero de 1660) había rebasado ya los límites permitidos; había provocado en el país del Loira una cosecha mediocre, pero catastrófica, en 1660. Infortunadamente de marzo de 1660 a febrero de 1661 no habría en Anjou un solo período real y duraderamente cálido, susceptible de abrir los caminos en buenas condiciones para la cosecha de 1661. Ahora bien, resulta que a partir del momento en que sale ésta de la tierra, y luego madura ¡los seis meses que corren de marzo de 1661 a agosto del mismo año son húmedos! Estos diluvios hacen pensar en aquéllos del mismo género que se habían tenido hacia 1315 y 1316. A partir del verano de 1661 provoca una hambruna del tipo medieval. La situación no mejorará mucho durante el año cosecha de 1661-1662; el buen tiempo da poco de qué hablar: diciembre de 1661 y enero y febrero de 1662 son muy lluviosos (sabemos que el invierno demasiado húmedo, por lo menos en la mitad septentrional de Francia, es desfavorable para las siembras, que se pudren en tierra y acaban por ahogarse bajo legiones de hierbas malas). El resultado global de estas sucesiones de aguaceros y luego de escarcha no es boyante: dos cosechas son medianas o sobre todo mediocres (1660 y 1662); una se pierde en su totalidad (1661). La hambruna que resulta de todo esto en la Francia ligueriana es, probablemente, la peor del siglo XVII. Hacia 1693 y 1694, para terminar, la última gran hambruna del siglo XVII ofrecerá —otra vez en Anjou— un cuadro semejante: verano y otoño terribles y fríos en 1692; invierno frío en 1692-1693; primavera, verano y otoño fríos y terribles en 1693; invierno frío en 1693-1694... En suma, de julio de 1692 a enero de 1694 la "dulzura angevina" se ha olvidado completamente; no se observa entonces un solo período cálido o seco que sea digno de relatarse en los documentos de Anjou. Una vez más, con el frío y la humedad germinó durante 1693-1694 una de las hambrunas más atroces de la edad clásica. Estas hambrunas de frío y (o) de lluvia (decenio 1590, años de 1630, 1649, 1661, 1694 y 1709) son la imagen de la época denominada "pequeña edad glaciar". Las temperaturas medias, entre 1600 y 1700, son un poco más frescas que durante los períodos de calentamiento del siglo XX (1920-1950); la diferencia media del siglo XX y del siglo XVII es, ciertamente, inferior a 1°C. Pero en el nivel de varios años o de varias sucesiones de años excepcionales, esta diferencia se materializa en secuencias de veranos terribles y de inviernos helados, nefastos unos y otros para las cosechas.

Simultáneamente, hacia 1600, 1645 o 1680 los glaciares alpinos son más voluminosos de lo que serán en nuestros días. Y el estilo de la circulación atmosférica del siglo xvii, más extendida hacia el ecuador, más amplia, más meridiana, y también más lenta y breve, portadora de inviernos fríos y de veranos terribles para Europa, difiere, en superficie, y altitud, de lo que será en nuestra época: el *pésimo* climático de la edad moderna es opuesto al *óptimo* primero del siglo xx.

Las hambrunas del período 1590-1709 son por ello, sin duda, hijas de su tiempo: reflejan la meteorología desagradable de la pequeña edad glaciar; y, por otro lado, están sobreactivadas por una estructura económica y social que engendra penuria y miseria; si esta estructura nefasta hubiera dejado de actuar bruscamente, los desastres frumentarios debidos al pésimo climático no habrían provocado, en el nivel de los grupos humanos, más que pequeñas crisis sin importancia.

Pero el problema de las estructuras económicas y sociales no concierne a nuestro libro, que es de historia climática. Por ello se nos permitirá concluir este anexo 20 con una reflexión acerca de las combinaciones climáticas que se han revelado como las más favorables para las grandes hambrunas en el norte de Francia durante el siglo xvii. Después de leer a Lebrun, me parece que sobre todo hay dos especies de combinaciones de este género:

1. *La asociación* (*durante uno o varios años consecutivos*) *de inviernos muy fríos y de primaveras y veranos frescos y húmedos* (es decir la combinación más típica de la pequeña edad glaciar: invierno frío + verano fresco). Parece que se realizó el fenómeno en 1660-1661, 1692-1694, 1709 en cierta medida y, por último, en 1740.

2. *Una combinación algo más compleja que asocia un invierno muy húmedo y eventualmente suave, que ahoga las siembras, con una prrimavera y un verano húmedos y fríos.* En este caso únicamente la primavera y el verano pertenecen de modo típico a la pequeña edad glaciar (A). El invierno húmedo y posiblemente *suave* depende más mien de otra tendencia climática un poco diferente (B), y que, en todo caso, nada tiene de glacial. La asociación de (A) y (B) dentro de esta segunda combinación provoca (1630) o mantiene (1662) determinadas y grandes hambrunas durante el siglo xvii (o del decenio 1310). Esta asociación de segundo tipo es rara por lo demás, como lo muestra precisamente la poca frecuencia, en todo estado de causa, de las mayores crisis de la época clásica.

BIBLIOGRAFÍA

Aario, L. "Ein nachwärmezeitlicher Gletscharvorstoss in Oberfernau", *Acta geographica* (revista finlandesa), 1944 (de hecho, apareció en 1945).

Adamenko, V. N., "On the Similarity in the Growth of Trees in Northern Scandinavia and in the Polar Ural Mountains", *J. Glac.,* febrero de 1963, pp. 449-451.

Agassiz, L., *Étude sur les glaciers,* Neuchâtel, 1840.

Ahlmann, H. W., "Vatnajökull", *Geog. Ann.,* 1937-1939.

———, "The Styggedal glacier", *Geog. Ann.,* 1940.

———, "The Present Climatic Fluctuation", *Geog. Journ.,* abril de 1949.

Ahmad, N., y H. B. Saxena, "Glaciation of the Pindar River Valley, Southern Himalaya", *J. Glac.,* febrero de 1963.

Aigrefeuille, Cr. d', *Histoire de Montpellier,* Montpellier, ed. de 1885.

Albigny, P. d', "Les calamités publiques dans le Vivarais", *Revue du Vivarais,* 1912, pp. 370-381.

Allix, A., *L'Oisans au Moyen Age,* París, 1929.

Altman, J. G., *Versuch einer historischen Beschreibung der helvetischen Eisbergen,* Zurich, 1751.

Anes Álvarez, Gonzalo, "La época de las vendimias: ...climatología retrospectiva en España", *Estudios Geográficos,* mayo de 1967.

Angot, A., "Étude sur les vendanges en France", *Annales du Bureau central météorologique de France,* 1895, I.

———, "Premier catalogue des observations météorologiques faites en France depuis l'origine jusqu'en 1850", *Annales du Bureau central météorologique de France,* 1895, I.

Antevs, "The Big Tree as a Climatic Measure", *Carnegie Institut. of Wash.,* publicación núm. 352.

———, "Rainfall and Tree Growth in the Great Basin", *ibid.,* publicación núm. 469.

Arakawa, H.

Las publicaciones de este autor están recopiladas en los trabajos de Arakawa: *Selected Papiers on Climatic Change,* Meteorological Research Institute, Tokio, s. f.; *cf.* principalmente en esta colección los artículos siguientes que aparecieron antes en diversas revistas especializadas:

———, "Climatic Change as Revealed by the Data from the Far East", *Weather,* vol. XII, 1957; *cf.* sobre todo las gráficas.

———, "Twelve Centuries of Blooming Dates of the Cherry Blossoms at the City of Kyoto and its own Vicinity", *Geofisica pura e applicata,* vol. 30, 1955: cuadros de cifras completos.

———, "Climatic Change as Revealed by the Blooming Dates of the Cherry Blossoms at Kyoto", *Journal of Meteorology,* vol. 13, 1956: Gráficas.

———, "Fujiwhara on five Centuries of Freezing Dates of Lake Suwa in the Central Japan", *Archiv. für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie,* Serie B, vol. 6, 1954.

———, "Dates of First or Earliest Snow Covering for Tokyo since 1632", *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society,* vol. 82, 1956.

Arlèry, M., M. Garnier, *et al.* Colaboraciones en el número especial sobre meteorología agrícola de la *Météorologie,* octubre-diciembre de 1954.

Arnod (juez Philibert Amédée), Description des Glaciers savoyards, 1691-1694, *cf.* Vaccarone, 1881 y 1884.

Aubert, Édouard, *La vallée d'Aoste,* París, 1861.

Aymard, A., nota crítica en la *Revue des Études anciennes,* 1951, pp. 126-129.

Baehrel, R., *Une croissance: la Basse-Provence rurale,* París, 1961.

Baker, T. H.. *Records of the Seasons... and Phenomena Observed in the British Isles,* Londres, 1883.

Bannister, B., "Dendrochronology", en *Science in Archeology,* comp. por D. Brothwell y E. Higgs, Londres-Nueva York, 1963, pp. 161-176.

———, W. Robinson y R. Warren, Tree-ring Dates from Arizona (J), *Hopi Mesas Area, Lab. of Tree-Ring res.* Universidad de Arizona, Tucson, 1967, y datos semejantes para otras regiones, 1968.

Baratier, E., *La démographie provençale du XIII^e au XVI^e siècle,* París, 1961.

de Paris, París, 1962.

Baretti, "Il lago del Ruitor", *Bolletino del club Alpino italiano,* 1880.

Baulant, M. y J. Meuvret, *Prix des céréales extraites de la mercuriale* pp. 46-76.

Beckinsale, R., "Climatic Change, a Critic of Modern Theories", en J. Whittow y P. Wood, *Essays in Geography for Austin Miller,* Reading, 1965, pp. 1-38.

Bengston, K. B., "Activity of the Coleman Glacier, Mount Baker, Washington, U.S.A., 1949-1955", *J. Glac.,* vol. 2, 1952-1956, p. 708.

Bennassar, B., *Valladolid au siècle d'or,* París, 1967.

Bernardi, A., *Il Monte Blanco* (1091-1786), Bolonia, 1965.

Betin, V. V., "Ledovye uslivija v raione Baltiiskovo morja i na podkhodakh knemu i ih mnogoletnge izmenenija" (Los hielos en el Báltico: variaciones largas), Moscú, *Gosudarstvennyi Okeanografiscenskii Institut Trudy,* núm. 41, 54-125, 1957.

Beveridge, W., "Weather and Harvest Cycles", *The Economic Journal,* diciembre de 1921, pp. 421-453.

———, "Wheat prices and Rainfall", *Journal of the Statistical Society,* vol. 85, 1922, pp. 418-454.

———, *Prices and Wages in England,* Londres, 1939.

"Bibliography on Climatic Changes", en *Meteorological Abstracts and Bibliography,* vol. I, núm. 7, julio de 1950.
Blanchard, R., "La crue glaciaire dans les Alpes de Savoie au XVIIe siècle", *Recueil de travaux de l'Institut de géographie alpine,* I, 1913, pp. 443-454.
———, *Les Alpes occidentales,* t. VII, Grenoble, 1956.
Bloch, M., *Apologie pour l'histoire, ou métier d'historien* (cuaderno de los *Annales*), París, 1949.
Boislile, A. M. de, *Correspondance des contrôleurs généraux des finances avec les Intendants des provinces,* París, 1864 a 1897, más particularmente los vols. I y II, para los documentos relativos a los años 1690-1695, y a la hambruna de 1693.
Boisot (abate), artículo sobre "el enfriamiento de Chaux", en el *Journal des Savants,* 22 de julio de 1686, pp. 226-228.
Bonaparte, Príncipe R., "Noticias" en *Bulletin du Club alpin français,* 1892, p. 28 y 1896.
Bonnefoy, J. A., *Documents relatifs au prieuré de Chamonix,* Publications de l'Academie de Savoie, Chambery, 1879-1883.
Bord, J., *Histoire du blé en France, le pacte de famine,* París, 1887.
Borisov, A. (en ruso) (*¿Ha cambiado el clima de Leningrado?*), Leningrado, 1967, según el resumen de M. G. A., junio de 1968, p. 1229
Bouges, reverendo padre, *Histoire ecclésiastique et civile de la ville et diocèse de Carcassonne,* París, 1741.
Boujut, M., Introducción a la edición en francés de Mary Shelley, *Frankenstein,* París, 1965, ed. 10 x 18.
Boulainvilliers, conde de, *État de la France,* Londres, 1752, vol. VI, p. 136.
Bourrit, T., *Description des gracières... du duché de Savoye,* Ginebra, 1773.
———, *Descriptions... du Mont Blanc,* Lausana, 1776.
———, *Nouvelle description générale des Alpes,* Ginebra, 1785.
Bout, Corbel, Derruau, Garavel, Péguy, "Geomorphologie et glaciologie en Islande centrale", *Norois,* octubre-diciembre de 1955.
Bouverot, M., "Notices sur les variations des glaciers du Mont-Blanc", *Association internationale d'hydrologie scientifique,* Toronto, vol. 46, 1957, p. 331.
Branas, J. *Éléments de viticulture générale,* Montpellier, 1946.
Braudel, F., *La Méditerranée et le monde méditerranéen au temps de Philippe II,* París, 1949, 2ª ed. 1966.
Bray, J. R., "Forest Growth N. W.-N. America", *Nature,* 205, p. 441, 30-1, 1965.
——— y Struick, en *Canad. Journ. of. Bot.,* 1963, p. 1245.
——— en *J. Glac.,* 1966, p. 322.
Brehme, K., artículo aparecido en *Zeitschrift für Weltforstwirschaft,* 1951, vol. 14, pp. 65-80. (Lo cito de acuerdo con el informe que publicó el *Tree-ring Bulletin* de la Universidad de Arizona, 1956, p. 30.)

Brier, G. W., "Some Statistical Aspects of Long Term Fluctuations in Solar and Athmospheric Phenomena", *A. N. Y. A. S.*, vol. 95, art. 1, 5 de octubre de 1961, pp. 173-187.

Britton, C. E., *A Meteorological Chronology to A. D. 1450;* Meteorological Committee, H. M. S. O., Londres, 1937.

Broggi, J. A., "La desglaciación actual de los Andes del Perú", *Soc. Geol. del Perú, Bol.*, vol. 15, 1943, pp. 59-90, según Flint, ed. de 1947, p. 540 (*cf.* este título).

Brooks, C., en *Proceedings of the Toronto Meteorological Conference,* publicación de La Roy. Met. Soc., Londres, 1954, p. 215.

Brooks, C. E. P., *Climate Through the Ages,* Londres, 1949, y ed. en 1950.

———, "Climate Change", en el *Compendium of Meteorology,* compilado por T. F. Malone, *Amer. Met. Soc.,* Boston, 1951.

Brückner, E., "Klimaschwankungen seit 1700", *Geographische Abhandlungen,* Viena, 4-2, 1890, pp. 261-264.

Brunet, R., "Un exemple de la récession des glaciers pyrénéens", *Pirineos,* XII, 1956, pp. 261-284 (informe de J. Tricart, en *R. G. D.,* septiembre-octubre de 1958, p. 157).

Bryson, R., "A Reconciliation of Several Theories of Climatic Change", *Weatherwise,* abril de 1968.

——— y Dutton J., "Variante Spectra of Tree-rings", *A. N. Y. A. S.,* 95, 1, 5 de octubre de 1961, pp. 580-604.

———, W. Irving y J. Larsen, "Radiocarbon and Soil Evidence of Former Forest in the Southern Canadian Tundra", *Science,* 1º de enero de 1965, vol. 147, núm. 3653, pp. 46-58.

Buchinsky, I. E., *Oklimate Proslovo Russkoi Ravniny* ("El clima de la llanura rusa en el pasado"), *Gidrometeoizdat,* 2ª ed., Leningrado, 1957.

Burrows, C., y J. Lucas, "Variations in two New Zealand Glaciers since 1100 A.D.", *Nature,* 1967, p. 467.

Butler, M., "Palynological Studies, Cape Cod, Mass.", *Ecology,* 1959, vol. 40, núm. 4, pp. 735 *ss.*

Butzer, K. W., "Late Glacial and Post-Glacial Climatic Variations", *Erdkunde,* febrero de 1957, pp. 31-35.

———, *Quaternary Stratigraphy and Climate in the Near East,* Cuaderno núm. 24 de los *Bonner Geographische Abhandlungen,* Bonn, 1958.

———, artículo en *International Symposium...,* 1966.

Cailleux, A., "Variations récentes du niveau des mers", *Bull. de la Soc. géologique de France,* 1952, pp. 135-144.

———, *cf.* Nageroni y Tricart.

Callendar, G. S., "Air Temperature and the Growth of Glaciers", *Q. J. M. R. S.,* 1942, pp. 57-60.

Carpentier, E., *Une ville devant la peste: Orvieto,* París, 1962.

———, "La peste noire", *Annales,* noviembre-diciembre de 1962, páginas 1080 *ss.*

Cassedy, J. H., "Meteorology and Medicine in Colonial America", *Journal of History of Medicine,* abril de 1969.

Champion, M., *Les inondations en France depuis le VI^e siècle jusqu'à nos jours,* París, 1858-1864, 6 vols.
Changes of Climate, Proceedings of the Roma Symposium, UNESCO, París, 1963.
Charlesworth, J. K., *The Quaternary Era,* Londres, 1957.
Charnley, F. E., "Glaciers of Mount Kenya", *J. Glac.,* vol. 3, octubre de 1959, pp. 480-493.
Chateaubriand, F. de., *Voyage au Mont-Blanc,* ed. de G. Faure, Grenoble, J. Rey, 1920.
Chaunu, P., "Le climate et l'histoire, a propos d'un livre récent", *Rev. historique,* octubre-diciembre de 1967.
Chizov, O., y V. S. Koryakin, Communication au colloque d'Obergurgler, en la Publicación núm. 58 de la *Assoc. intern. d'hydrol. scientific.,* 1962, e informe de esta comunicación en *J. Glac.,* febrero de 1963.
Christillin, M., abogado, *Histoire du duché d'Aoste,* publicado hacia 1840.
"La chronique consulaire de Béziers", *Bull. Soc. Arch. Béz.,* vol 3, 1839.
Clark, J., "Return to Hard Winters", *New Scientist,* vol. 37, 18 de enero de 1968, pp. 145-146.
Climatic Change, Evidences, Causes and Effects, obra colectiva que dirigió H. Shapley, Cambridge, Estados Unidos, 1953.
Cobb, R., *Terreur et subsistances,* París, 1965 (en particular las pp. 221-383: estudio fundamental sobre la carestía del año III).
Compendium of Meteorology, comp. por T. Malone, Boston, 1951.
Contamine, Ph., *Azincourt,* París, 1964.
Conway, V., "Von Post's Work on Climatic Rhythms", *New Phytologist,* 1948, pp. 220-238.
Coolidge, W. A. B., *Die Petronella kapelle in Grindelwald,* Grindelwald, 1911, Jakober-Peter, comp. (folleto raro, que se consultó en la biblioteca del Club Alpino de Grindelwald).
Cooper, W. S., "The Problem of Glacier Bay, Alaska", *Geog. Rev.,* 1937, p. 37.
Corbel, J., *Les Karts du nord-ouest de l'Europe,* Lyon, 1957.
———, "Nouvelles méthodes de mesure des paléotempératures", *Rev. de géog. de Lyon,* 1959, p. 168.
———, *Neiges et glaciers,* París, 1962.
——— y E. Le Roy Ladurie, "Datation au C 14 d'une moraine du Mont-Blanc", *Revue de géographie alpine,* 1963, p. 173.
Couvert, Roger, *Histoire de Chamonix,* 1970, con un texto inédito acerca de los glaciares en 1600 (*véase supra,* la cronología de los glaciares alpinos, en esta fecha).
Craig, R., y H. Willett, "Solar Variations... and Weather Changes", *Compendium of Meteorology* (*cf.* este título), Boston, 1951.
Crone, G. R., *The Discovery of America,* Londres, 1969.
———, "How Authentic is the Vinland Map?", *Encounter,* febrero de 1966, pp. 75-78.
Currie, B. W., "Climatic Trends on the Canadian Prairies", 1956, infor-

mación en *Meteorological Abstracts and Bibliography,* 551-583, 14 (712).

Curtschmann, F., *Hungersnöte im Mittelalter. Ein Beitrag zur deutschen Wirtschaftsgeschichte des 8 bis 13 Jahrhunderts,* Leipzig, 1900.

Damon, E., "Radiocarbon and Climate", 1968 (en Mitchell, 1968, *infra*).

Dansgaard, W., S. J. Johnsen, J. Moller y C. Langway, "One Thousand Centuries of Climatic Record from Camp. Century on the Greenland Ice Sheet", *Science,* vol. 166, pp. 377-381, 17 de octubre de 1969.

——— y S. Johnsen, "A Time Scale for the Ice Core from Camp Century", *J. Glac.,* 1969, pp. 215-223.

Darnajoux, H., "Bibliographie sur les longues séries d'observations", *Mét.,* julio-septiembre de 1964, p. 241.

Darrow, R. A., "Origin and Development of the Vegetational communities of the Southwest", *New Mexico Highlands University Bulletin,* núm. 212, febrero de 1961, pp. 30-46.

Davis, N. E., "The Summers of North-West Europe", *Met. Mag.* 1967, pp. 178-187 y 319.

———, "An Optimum Summer Weathers Index", *Weather,* agosto de 1968, pp. 305-318.

Dean, Jaffry, *Chronological Analysis of the Tsegi Phase Site in North-East Arizona* (tesis inédita, Universidad de Arizona, Tucson, 1967).

Deevey, E. S., "Late-Glacial and Postglacial Pollen Diagrams from Maine", *Amer. Journ, of Science,* vol. 249, marzo de 1951, pp. 177-207.

———, "Paleolimnology of the Upper Swamp Deposit, Phyramid Valley", *Records of the Canterbury Museum,* Australia, vol. 6, núm. 4, pp. 291-344, 15 de febrero de 1955.

——— y R. F. Flint, "Postglacial Hypsithermal Interval", *Science,* febrero de 1957, vol. 125, núm. 3240, pp. 182-184.

De Leo, A., "Una nuova avventizia nel Palermitano", *Lavori dell'Istituto botanico et del Giardino coloniae,* vol. XXII, Palermo, 1967, p. 72, citado en Trasseli, 1968, (*véase infra*).

Delumeau, J., *Vie économique de Rome au XVI^e^ siècle,* París, 1959.

Demougeot, E., "Variations cilmatiques et invasions", *Rev. hist.,* enero de 1965.

Depping, G. B., *Merveilles et beautés de la nature en France,* París, 1845.

Derancourt, comandante, comunicación en "Comité des trav. hist. et scientif.", *Bull. de la sect. de géog.,* 133, pp. LI y 89.

Desbordes, J. M., *La Chronique villageoise de Vareddes* (Sena y Marne)... *aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècle,* París, edición de la École, hacia 1965-1969.

Desio, A., "Recent Fluctuations of the Italian Glaciers", *J. glac.,* vol. I, 1947-1951, pp. 421-422.

Devic, Cl., y J. Vaissette, *Histoire générale de Languedoc,* Tolosa, edición de 1872-1892.

Deyon, P., *Amiens au XVII^e^ siècle,* París, 1968.

"Diagrammes d'Aspen: informations climatiques, séries comparées, XI^e^ etl XVI^e^ siècles" (cuadros de montajes de gráficas), *Annales,* septiembre-octubre de 1965 (*cf.* Le Roy Ladurie, 1965).

Diamond, M., "Precipitations Trends in Greenland during the past thirty years", *J. Glac.,* vol. 3, marzo de 1958, pp. 177-181.

Dictionnaire historique et géographique de la Suisse, Neuchâtel, 1926.

Dolgoshov, V., y S. S. Savina, "Connections of Phenological Phenomena with Variations of Climate" (en ruso), analizado en *M. G. A.,* julio de 1969, p. 1828.

Dollfus, O., "Formes glaciaires et périglaciaires actuelles autour du lac Humboldt", *B. A. G. F.,* 1959.

Dorst, J., *Les migrations des oiseaux,* París, 1956.

Douglass, A. E., *Climatic Cycles and Tree Growth,* Carnegie Institute of Washington, publicación núm. 289 (1919, 1928 y 1936).

Drygalski, E. von. y F. Machatschek, *Gletscherkunde,* vol. VIII de la *Enzyglopädie der Erdkunde,* Viena, 1942.

Dübi, H., *Saas Fee,* Berna, 1902, p. 36.

Dubief, J., comunicación en *Changes of Climate,* 1963 (*cf.* este título).

Duc, Ilustrísimo J. A., *Histoire de l'église d'Aoste,* Aosta, 1901.

Duchaussoy, H., "Les bans de vendanges de la région parisienne", *La météorologie,* 1934.

Ducrocq, A., "La dendrochronologie", *Science et Avenir,* diciembre de 1955.

———, *La science à la découverte du passé,* París, 1955.

Dupaquier, J., *Mercuriales du Vexin,* París, S. E. V. P. E. N., 1968.

Duplessy, J. C., *Étude isotopique et paléoclimatologique du concrétionnement de l'aven d'Orgnac,* tesis inédita, Universidad de París, 1967.

Dzerdzeevskii, B. L., "The General Circulation of the Atmosphere...", *N. Y. A. S.,* vol. 95, art. 1, 5 de octubre de 1961, pp. 188-200.

———, comunicación en *Changes of Climate,* 1963, pp. 285-296 (*cf.* este título).

Easton, C., *Les hivers dans l'Europe occidentale,* Leyden, 1928.

Elhaï, H., *La Normandie occidentale,* Burdeos, 1963.

El Kordi, *Histoire économique de Bayeux* (*XVII^e^ et XVIII^e^ siècles*), París, 1970.

Este libro contiene un interesante estudio sobre la variación de las cosechas en Normandía durante el siglo XVIII. Las malas cosechas de 1788 y 1789, cuyas causas meteorológicas y consecuencias revolucionarias ya mencioné, fueron, según las cifras de los *Inventarios de cosechas* de Bayeux, de menos de la mitad (1788) o de la tercera parte (1789) de la normal de un decenio (1777-1787).

Elsass, J. M., *Umriss eine Geschichte der Preise in Deutschland,* Leyden.

Emiliani, C., "Pleistocene Temperatures", *Journal of Geology,* noviembre de 1955, pp. 538-579.

———, "Paleotemperature Analysis", *Journal of Geology,* mayo de 1958, pp. 264-276.

———, "Cenozoic Climatic Changes as Indicated by... the Chronology of Deep-Sea Cores", *A. N. Y. A. S.,* vol. 95, art. 1, 5 de octubre de 1961, pp. 520-536.

Engel, C. E., *La littérature alpestre,* Chambery, 1930.

———, *Le Mont-Blanc,* s. l., Les Éditions du Temps, 1961.

———, *Le Mont-Blanc, vu par les écrivains,* París, 1965.

Erinc, S., "The Pleistocene History of the Black Sea, with Reference to the Climatic Changes", *Review of the Geographical Institute of the University of Istanbul,* 1954.

Eytharsson, J., "On the Variation of Glaciers in Iceland", *Geog, Ann.,* 1935.

———, "Variations of Glaciers in Iceland, 1930-1947", *J. Glac.,* vol. I, 1947-1951, p. 250.

———, "Temperature Variations in Iceland", *Geog. Ann.,* 1949.

Faber, J. A., *et al.,* "Population Changes... in the Netherlands", *A. A. G. Bijdragen,* 12, 1965, pp. 46-110.

Fairbridge, R. W., "Mean Sea-level Changes, Long-term, Eustatic, and Others", en *Encyclopedia of Oceanography,* vol. I, comp. por R. W. Fairbridge, Nueva York, 1966, pp. 479-485.

Favier, J., *De Marco Polo à Christophe Colomb* (1250-1492), París, 1968.

Febvre, L., *Philippe II et la Franche-Comté,* París, 1912.

Ferguson, C. W., "Bristlecone Pine", *Science,* 23 de febrero de 1968, vol. 1519, núm. 3817, pp. 839-846.

———, B. Huber y H. Suess, "Age of Swiss Lake Dwellins,... Dendrochronologically Calibrated by Radiocarbon Dating", *Zeitschr. f. Naturforschung,* 21 a, 7, 1966, pp. 1173-1177.

Ferrand, H., 1912 (*cf. Relation Anonyme...,* y Windham y Martel).

———, *Autour du Mont-Blanc,* Grenoble, 1920.

Field, W. O., "Glaciers of Prince Williams Sound", *Geogr. Rev.,* 1932.

———, "Glacier Observations in the Canadian Rockies", *Canadian Alpine Journal,* vol. 32, 1949, pp. 99-114, según *J. Glac.,* vol. I, p. 398.

Finsterwalder, R., "Photogrammetry and Glacier Research", *J. Glac.,* abril de 1954, pp. 306-315.

Firbas, F., *Spät-und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördl. der Alpen,* Jena, 1949.

Fletcher, J. O., "Climatic Change and Ice Extent on the Sea", *Rand Corporation,* Santa Mónica, Cal., *Paper P 3831,* abril de 1968 (citado en *M. G. A.,* abril de 1969, p. 878).

Flint, R. F., *Glacial and Pleistocene Geology,* Nueva York, 1947, y nueva ed., 1957.

——— y F. Brandtner, "Outline of Climatic Fluctuation since the last Interglacial Age", *A. N. Y. A., S.,* 95-1, 1961, p. 458.

Flohn, H., "Klimaschwankungen im Mittelalter und ihre historische-geo-

graphische Bedeutung", *Berichte zur Deutschen Landeskunde,* Band 7, Heft 2, 1950, pp. 347-357.

Florence, J., *Dendrochronologie et climat en Capcir et Cerdagne,* tesis inédita, Universidad de Tolosa, 1962.

Forbes, J. D., *Travels Through the Alps of Savoy,* Edimburgo, 1843.

Forney, Joseph, *Histoire du Comtat Venaissin et de la ville d'Avignon,* Aviñón, 1910.

Fossier, R., *La crise frumentaire du XIVe siècle,* en *Recueil de travaux, offert à Clovis Brunel,* memorias y documentos publicados por la Société de l'École des Chartes, vol. 12, París, 1955.

Fournier, E., *Gouffres et grottes du Doubs,* Besançon, 1899.

———, *Grottes et rivières souterraines,* Besançon, 1923.

Fourquin, G., *Les Campagnes parisiennes à la fin du Moyen Age,* París, 1964, y artículo en *Études rurales,* julio-diciembre de 1966.

Frazier, K., "Earth's Cooling Climate", *Science News,* vol. 96, noviembre de 1969.

Este artículo hace notar el papel que han representado las polvaredas de orígenes industrial y volcánico en el enfriamiento del clima desde 1950.

Frenzel, B., "Die vegetatinszonen Nord-Eurasiens, während der postglazialen Wärmezeit", *Erdkunde,* IX, 1955, pp. 40-53, de acuerdo con la información de J. Tricart, *R. G. D.,* 1955, p. 283.

———, artículo en *International Symposium...,* 1966.

Friedli, E., *Barndütsch als Spiegel bernischen Volkstums,* 2º vol.: *Grindelwald,* Berna, 1908.

Fritts, H. C.

Entre los numerosos y notables trabajos de H. C. Fritts, debemos citar:

"The Relation of Growth Rings in American Beech and White Oak to Variation in Climate", *Tree-ring Bull.,* 1961-1962, vol. 25, núms. 1-2, pp. 2-10.

"Dendrochronology", en *The Quaternary of the United States... A Review Volume for the VII Congress of the International Association for Quaternary Research,* Princeton, 1965, pp. 871-879.

"Tree-ring Evidence for Climatic Changes in Western North America", *Monthly Weather Review,* vol. 93, núm. 7, pp. 421-443, 1965.

"Growth Rings of Trees and Climate", *Science,* 154, 25 de noviembre de 1966, pp. 973-979.

"Tree Rings Analysis... for Water Resource Research", *I. H. D. Bulletin, U. S. National Commitee for International Hydrological Decade,* enero de 1969.

"Bristlecone Pine in the White Mountains of California", *Papers of the Lab. of Tree-ring Research,* núm. 4, 1969, Tucson, Arizona.

"Grouth Rings of Trees: a Physiological Basis for their orrelations with Climate", en *Ground Level Climatology* (Simposio, diciembre

de 1965, Berkeley), *Amer. Assoc. for the Advancement of Science,* Washington, D. C., 1967.

———, D. G. Smith y R. L. Holmes, "Tree-ring Evidence for Climatic Changes in Western North America from 1500 A.D. to 1940 A.D.", *1964 Annual Report to the United States Weather Bureau,* Washington (proyecto: Dendroclimatic History of the United States), 31 de diciembre de 1964.

———, ———, J. Cardis y C. Budelsky, "Tree-ring Characteristics Along a Vegetation Gradient in Northern Arizona", *Ecology,* vol. 46, 1965, núm. 4.

———, D. Smith y M. Stokes, "The Biological Model for Paleo-Climatic Interpretation of Tree-ring Series", *Amer. Antiquity,* vol. 31, núm. 2-2, octubre de 1965.

———, ———, C. Budelsky y J. Cardis, "Variability of Tree-rings...", *Tree-ring Bulletin,* noviembre de 1965.

Frolow, V., "Aperçu sur l'évolution climatique de Paris", *B. A. G. F.*, junio-julio de 1958.

Fruh, J., *Géographie de la Suisse,* Lausana, 1937, 3 vols.

Fuster, doctor, *Des changements dans le climat de la France,* París, 1845.

Gage, M., "The Dwindling Glaciers of... New Zealand", *J. Glac.,* vol. I, 1947-1951, pp. 504-507.

Galtier, G., en *Bull. Soc. Lang. de géog.,* 1958, pp. 186 y 317.

Garavel, L., "Le glacier de Sarennes de 1948 a 1953", *Revue forestière française,* 1955, núm. 1, pp. 9-26.

Garnier, M., "Contribution de la phénologie à l'étude des variations climatiques", *Met.,* octubre-diciembre de 1955.

———, "Influence des conditions météorologiques sur le rendement de l'orge de printemps", *La météorologie,* 1956, pp. 335-361.

Gaufridi, J. F. de, *Histoire de Provence,* Aix, 1694.

George, M., *The Oberland and its Glaciers,* Londres, 1866.

Geslin, H., "Influence de la température sur le tallage du blé", *La Météorologie,* 1954, p. 30.

Giddings, J. L., "Dendrochronology in Northern Alaska", *University of Arizona Bulletin,* vol. XII, núm. 4, 1941.

———, "Mackenzie River Delta Chronology", *Tree-ring Bulletin,* abril de 1947 (gráficas importantes).

———, "Chronology of the Kobut-Kotzebue Sites", *Tree-ring Bulletin,* 1948, vol. 14, núm. 4, pp. 26-32, 1952.

———, "The Arctic Woodland Culture of the Kobuk River", *Museum Monographs,* 1952, the University Museum, Filadelfia, pp. 105-110.

Gilbert, O. *et al.,* "An Afghan Glacier", *J. Glac.,* 1969, pp. 51-56.

Giralt, E., "En torno al precio del trigo en Barcelona durante el siglo XVI", *Hispania,* XVIII, 1958, pp. 38-61.

———, "A Correlation of Years, Numbers of Days of Rogation for Rain at Barcelona, and the Price of one *quartera* Wheat in *sous* and *diners*

of Barcelona". Comunicación en Aspen (mimeografiada), 1962 (*véanse* "Diagramas de Aspen").
Glasspoole, J., "Recent Seasonal Climatic Trends over Great Britain", *Meteorological Magazine,* vol. 86, 1957, pp. 358-362.
Der Gletschermann, Familienblatt für die Gemeinde Grindelwald, publicado por G. Strasser, cura de Grindelwald, 1890, núms. 41-47, p. 165 (contiene la publicación de la *Crónica* o *Cronneg* de Grindelwald).
Glock, W. S., *Principes and Methods of Tree-ring Analysis,* Carnegie Institute of Washington, publicación núm. 486.
Godard, M. y J. Nigond, "Le climat de la vigne dans la région de Montpellier", *Vignes et vins* (revista del Instituto Técnico del Vino), número 66.
Godechot, *Les Révolutions,* París, 1965.
Godwin, H., *The History of the British Flora,* Cambridge, 1956.
———, artículo en *International Symposium...,* 1966 (*véase infra*).
———, D. Walker y E. H. Willis, "Radio-carbon Dating...: Scaleby Moss", *Proceed, of the Royal Soc. of G. B.,* vol. 147, pp. 352-366, 1957.
Goldthwait, artículo en *International Symposium...,* 1966 (*véase infra*).
Golzov, Maximov, Iarochevskii, *Praktische Agrarmeteorologie,* Berlín, 1955.
Goubert, P., "Ernst Kossmann et l'énigme de la Fronde", *Annales,* 1958, p. 115.
———, *Beauvais et le Beauvaisis,* París, 1960.
Graenlandica Saga en *The Vinland Sagas, The Norse Discovery of America,* traducción e introducción de M. Magnusson y H. Palsson, Penguin Books, Baltimore, 1965.
Grémaud, abate J., *Documents relatifs à l'histoire du Valais,* vol. III, pp. 14-15, texto núm. 1156, Lausana, 1878, en *Mémoires et documents publiés par la Société de l'histoire de la Suisse romande,* vol. 31.
Grosval'd, M., y V. Kotlyakov, "Present Glaciers in the *U. S. S. R.,* and... their Mass Balance", *J. Glac.,* febrero de 1969, pp. 9-23.
Grove, J. M., "The Little Ice Age in the Massif of Mont-Blanc", *The Institute of British Geographers, Transactions and Papers,* 1966, núm. 40. Este artículo es el más completo y más importante en la bibliografía anglosajona acerca de las fluctuaciones de los glaciares de Saboya.
Grüner, G. S., *Die Eisgebirge des Schweizerlandes,* Berna, 1760.
———, *Histoire naturelle des glacières de Suisse* (traducción del libro que antecede por Keralio), París, 1770.
Gueneau, C., "La disette de 1816-1817 dans la Brie", *Rev. d'hist mod.,* vol. 4, 1929, pp. 18-95.
Guichonnet, P., "Le cadastre savoyard de 1730", *Rev. de géog. alp.,* 43, 1955, pp. 255-298.
Guilcher, A., "L'élévation du niveau marin de la Méditerranée", *Ann. de géog.,* 1956, p. 439.
Guitton, H., *Fluctuations économiques,* París, 1958.
Gumilev, L. N., "Fluctuations de la Caspienne... et histoire des peuples

nomades", *Cahiers du monde russe et soviétique,* VI, 3, 1965. Este artículo trata de los argumentos, a menudo discutibles, de C. E. P. Brooks y Huntington, acerca de las correlaciones entre pluviosidad y migraciones nómadas en el centro de Asia.

——— (sobre la humedad y las migraciones en Asia), citado en *M. G. A.,* julio de 1968, p. 1630.

Haefeli, R., "Gletscherschwankung und Gletscherbewegung", *Schweizerische Bauzeitung,* 1955, pp. 626 y 693; 1956, p. 667.

Hale, M. E., "Moraine Plant Succession at the Edge of the Ice Cap (Baffin Island", *J. Glac.,* vol. 2, 1952-1956, p. 22.

Haller, W., "Journal 1550-1570", publicado en *Schweizerische meteorologische Beobachtungen,* vols. 9-10, y suplemento, Zurich, 1875.

Hamilton, E. J., *American Treasure and the Price Revolution in Spain,* Cambridge, 1934.

Harrington, H. J., "Gracier Retreat in the Southern Alpes of New Zealand", *J. Glac.,* vol. II, 1952-1956, pp. 133-145.

Harrison, A. E., "Glacial Activity (Nisqually Glacier) in the Western United States", *J. Glac.,* vol. 2, 1952, 1956, pp. 666-668 y 675 (gráfica).

Haury, E. W., "A Dramatic Moment in South-Western Archaeology", *Tree-ring Bull.,* mayo de 1962.

Hauser, H., "La Rebeine de Lyon", *Rev. hist.,* 1896.

Heers, J., *L'occident aux XIVe et XVe siècles,* París, PUF, 1966.

Heim, V., *Handbuch der Gletscherkunde,* Stuttgart, 1885.

Heinzelin, J. de, "Glacier Recession in the Ruwenzori Range", *J. Glac.,* 1952, p. 138.

Hélin, E., "Le déroulement de trois crises à Liège au XVIIIe siècle", *Actes du colloque international de démographie historique,* Lieja, 18-20 de abril de 1963 (problemas de mortalidad), publicado por P. Harsin y E. Hélin, París (Th. Genin), 1964.

Hennig, A., "Katalog bemerkenswerter Witterungsereignisse von der ältesten Zeiten bis zum Jahre 1800", *Berlin K. Preussisches Meteorologisches Institut. Abhandlungen,* 2, 4, 1904.

Henry, P., "Les ascensions légendaires au Mont-Blanc", *La Montagne,* diario del Club Alpino Francés, febrero de 1969.

Herlihy, D., "Some References to Weather in Eleventh Century Chroniclers", comunicación a la conferencia de Aspen (ejemplar mimeografiado), 1962.

Hesselberg, T., y B. Birkeland, "Säkulare Schwankungen des Klimas von Norwegen. Teil I. die Lufttemperatur", *Goefysiske Publiskasjones,* Oslo, vol. 14, núms., 4-6, 1940-1943.

Heuberger, H., "Gletschergeschichtliche Untersuchungen in den Zentralalpen", *Wissenschaftliche Alpenvereinshefte,* cuaderno núm. 20, Innsbruck, 1966.

Heusser, C. J., nota sobre una datación con C 14 en Alaska, en *Ecological Monographs,* 1952.

Heusser, C. I., "Radio-carbon Dating of the Thermal Maximum in S. E. Alaska", *Ecology,* vol. 34, 1953, pp, 637-640.

———, artículo en *International Symposium*. . ., 1966 (*véase infra*).

———, y M. G. Marcus, "Historical Variations of Lemon Creek Glacier, Alaska, and their Relationship to the Climatic Record", *J. Glac.,* febrero de 1964, p. 77.

Hoffmann, W., "Der Vorstoss des Nisqually-Gletschers, 1952-1956", *Z. f. Glk.,* 1958, pp. 47-60, según *M. G. A.,* abril de 1960.

Hoinkes, H., "Ablation and Heat Balance on Alpine Glaciers", *J. Glac.,* vol. 2, 1955, p. 497.

———, comunicación en el *Bulletin de l'Association internationale d'hydrologie scientifique,* junio de 1963, pp. 85-86.

———, *cf.* la bibliografía de Von Rudloff, 1967, núm. 861.

———, "Glacier Variation and Weather", *J. Glac.,* febrero de 1968, pp. 3-21, con comentarios de H. H. Lamb, *ibid.,* 1968, pp. 129-130.

———, y R. Rudolph, comunicación sobre los problemas de *"mass-balance"* de los glaciares del Tirol, en *J. Glac.,* 1962, y en la publicación núm. 58 de la *Association internationale d'hydrologie scientifique,* 1962.

Hollstein, E., "Jahrringchronologische Datierung von Eichenhölzern ohne Wald Kante" (Westdeutsche Eichenchronologie), *Bonner Jahrbücher,* 165, 1965, pp. 1-27.

Hooker, R. H., "The Weather and the Crops in Eastern England, 1885-1921", *Quart. Journ. Roy. Met. Soc.,* abril de 1922.

Hoskins, W. G., "Harvest Fluctuations and English Economic History. . . (XVI/XVIIth Centuries)", *Agricultural History Review,* 1964, pp. 28-46, y 1968, pp. 15-31.

Hovgaard, W., "The Norsemen in Groenland, Recent Discoveries at Herfoljness", *Geographical Review,* vol. 15, 1925, pp. 615-616.

Hoyanagi, Mutsumi, "Research on Climatic change in Japan", en *Japanese Geography, its Recent Trends* publicación especial núm. 1, que hizo la *Association of Japanese Geographers,* Tokio, 1966. pp. 57-60. Este artículo contiene importante bibliografía, en particular sobre las series pluviométricas de Corea correspondientes a 1770 y 1907, y sobre la relación entre veranos fríos y malas cosechas de arroz.

Huber, B., "Seeberg. . . Dendrochronologie", *Acta Bernensia,* 1967.

———, y W. von Jazewitsch, "Tree-ring Studies", *Tree-ring Bulletin,* abril de 1956, p. 29.

———, y V. Siebenlist, "Das Watterbacher Haus im Odenwald, ein wichtiges Brückenstück unserer tausendjährigen Eichenchronologie", *Mitteilungen der Floristischsoziologischen Arbeitsgemeinschaft,* N. F., cuaderno núm. 10, 1963.

———, V. Siebenlist y W. Niess, "Jahrringchronologie hessischer Eichen", Büdinger Geschichtblätter, vol. V, 1964. Artículo capital para la dendrocronología europea; *véase* en particular el diagrama 16, que abarca ocho siglos, y el diagrama 2 (anillos de árbol excepcionalmente angosto o "signatura en V" de los años 1311 y 1326, que hacen re-

saltar por contraste los anillos anchos y la gran oleada de humedad del decenio de 1310).

———, y V. Giertz-Siebenlist, "Tausendjährige Eichenchronologie", *Sitzungsberichten der Österr-Akademie der Wiss., Mathem.-naturw-Kl.*, Abt. I, 178 vol., cuadernos 1-4, Viena, 1969. Cronología mayor del roble alemán de 960 a 1960.

Humbert, P., "Documents météorologiques anciens concernant la région du Mont-Blanc", *Mét.*, 1934, pp. 278-294.

Humphries, D. W., "Glaciology of Kilimandjaro", *J. Glac.*, vol. III, octubre de 1959, pp. 475-480.

Huntington, E., *The Pulse of Asia,* Boston, 1907.

Hustich, I., "Yields of Cereals in Finland, and the Present Climatic fluctuation", *Fennia,* 73, 1950-1951.

———, *Civilization and Climate,* New Haven, ed. de 1915 y 1927.

International Symposium on World Climate, Imperial College, Londres, 1966: *World Climate from 1800 to O B. C., Proceedings,* Londres, *Royal Met. Soc.,* 1966.

Ives, I. D., y C. King, "Glaciological Observations on Morsajökull, S. W. Vatnajükull", *J. Glac.,* vol. 2, 1952-1956, p. 477.

Jacquart, J., "La Fronde des princes dans la région parisienne", *Revue d'histoire moderne et contemporaine,* 1960.

Jardetsky, W., "Investigation of Milankovitch and the Quaternary Curve of Solar Radiation", *Annals of the New York Academy of Sciences,* vol. 95, 1961.

Jeannin, P., *L'Europe du Nord-ouest et du Nord au XVII^e^ et XVIII^e^ siècles,* París, 1969, p. 94.

Jelgersma, S., artículo en *International Symposium...,* 1966 (*véase supra*).

Jennings, J. N., "Glacier Retreat in Jan Mayen", *J. Glac.,* octubre de 1948, pp. 167-182.

———, "Snaefell East Iceland", *J. Glac.,* vol. 2, 1952-1956, pp. 133-145.

Julian, P. R., y H. C. Fritts, "...Extending Climatic Records by Dendroclimatological Analysis", *Proc. of the 1st Statistical Met. Cong.,* Hartfort, Conn., Amer. Met. Soc. mayo de 1968.

Kassner, C., "Das Zufrieren des Lake Champlain von 1816 bis 1935", *Met. Zeitschr.,* 1935, p. 333, según A. Wagner, 1940.

Kick, W., "Long-term Glacier Variations as Measured by Photogrammetry; A Re-Survey of Tunsbergdalsbreen After 24 Years", *J. Glac.,* febrero de 1966, pp. 1-17.

Kincer, J. B., "Is our Climate Changing?", *Monthly Weather Review,* vol. 61, 1933, pp. 251-259.

Kinsman, D., y J. W. Sheard, "The Glaciers of Jan Mayen", *J. Glac.,* vol. 4, febrero de 1963, núm. 34, pp. 439-447.

Kinzl, H., "Die grössten nacheiszeitlichen Gletschervorstösse in den schweizer Alpen und in der Mont-Blanc Gruppe", *Zeitschrift fur Gletscherkunde,* 1932.

Klebelsberg R. von, *Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie,* Viena, 1949.

Koch, L., "The East Greenland Ice", *Meddelelser om Grönland,* 1945.

Koryakin, V. S., "Recent Variations of the Dimensions of Glaciation in Novaya Zemlya" (en ruso), 1968, resumido en *M. G. A.,* enero de 1969, p. 225.

Kosiba, A., "Changes in the Glaciers... in S. W. Spitsbergen", *Bull. A. I. H. S.,* abril de 1963.

Kotliakov, V. M., "New Date on the Present Glaciation of the Caucasus", 1967 (en ruso), citado en *M. G. A.,* marzo de 1969, p. 773.

Kraus, E. B., "Secular Changes of Tropical... and East-coast Rainfall Regimes", *Q. J. R. M. S.,* 1955, pp. 198-1210 y 439.

———, "Recent Changes of East Coast Rainfall Regimes", *Q. J. R. M. S.,* 1963, pp. 145-146.

Kushinova, K. V., 1968, artículo sobre las causas de las fluctuaciones meteorológicas (en ruso): *cf. M. G. A.,* agosto de 1969, p. 2075.

La Bédoyère, Henri de, *Journal d'un voyage en Savoie en 1804 et 1805,* París, eds., 1807 y 1849.

Labeyrie, J., J. C. Duplessy, G. Delibrias y R. Letolle, "Températures des climates anciens; mesures d'O 18 et C 14 dans les concrétions des cavernes", *Radioactive Dating and Methods of Low-level Counting Symposium,* Mónaco, 1967 (Agencia Internacional de Energía Atómica, Viena, 1967).

Labrijn, A., "Her klimaat van Nederland gedurende de laatsche twee en een halve eeuw" (con resumen en inglés), *Koninklijk nederlandsch Met. Inst.,* núm. 102, *Meded. Verhandelingen, Gravenhage,* 49, 1945, pp. 1-114.

Labrousse, E., *La crise de l'économie françaisə à la fin de l'Ancien Régime,* París, 1944.

La Chapelle, E. R., nota crítica en *J. Glac.,* junio de 1965, p. 755.

Lahr, E., *Un siècle d'observations météorologiques en Luxembourg,* publicado por el Ministerio de Agricultura, Servicio Meteorológico, Luxemburgo, 1950.

Lamb, H. H., "Climatic Change within Historical Time", *A. N. Y. A. S.,* vol. 95, art. 1, 1961, pp. 124-161.

———, comunicación en los *Proceedings* de Aspen, 1962, pp. 85 *ss.* (*véase* este título).

———, comunicación en *Changes of Climate,* 1963, pp. 125-150 (*véase* este título).

———, "Trees and Climatic History in Scotland", *Q. J. R. M. S.,* octubre de 1964.

———, "The Early Medieval Warm Epoch and its Sequel", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* I, 1965, pp. 13-27.

———, *The Changing Climate,* Londres, 1966.

———, "Climate in the 1960's", *Geogr. Journal,* junio de 1966, páginas 183-212.

Lamb, H. H., "On Climatic Variations Affecting the Far South", *World Meteorological Org.*, Techn., nota núm. 87, 1967, pp. 428-453; resumido en *M. G. A.*, diciembre de 1968, p. 3052.

———, 1968, *véase* Hoinkes, 1968.

———, colaboración sobre "fluctuaciones climatológicas", *Octavo Congreso de la I. N. Q. U. A.* (*Unión Internacional para el Cuaternario*), París, agosto-septiembre de 1969.

———, J. R. Probert-Jones y J. W. Sheard, "A New Advance of the Jan Mayen Glaciers", *J. Glac.*, octubre de 1962.

Laming-Emperaire, A., *Découverte du passé*, París, 1952.

Landsberg, H. H., "Trends in Climatology", *Science*, 1958, vol. II, página 755.

Lange, R., "Zur Erwärmung Gröenlands un der Atlantischen Arktis", *Ann. der Met.*, 1959, pp. 265-277.

Lepcyre, H., colaboración en *Charles Quint et son temps*. París (C. N. R. S.), 1959, p. 40.

Latouche, *La vie en Bas-Quercy* (*XVI*^e^*-XVIII*^e^ *siècles*), Tolosa, 1923.

Laurent, R., *Les vignerons de la "Côte-d'Or" au XIX*^e^ *siècle*, Dijon, 1957-1958.

Lawrence, D. B., "Glacial Fluctuations for Six Centuries in Southern Alaska", *Geog. Rev.*, abril de 1950.

Leboutet, L., "Techniques et méthodes de la dendrochronologie...", *Annales de Normandie*, diciembre de 1966.

Lebrun, F., *véase* R. Lehoreau, publicado en 1967.

Le Danois, E., *L'Atlantique*, París, 1938.

———, *Le rythme des climats dans l'histoire de la terre et de l'humanité*, París, 1950.

Le Goff, J., *La civilisation de l'Occident médiéval*, París, 1964.

Lehoreau, R., *Cérémonial de l'Église d'Angers* (*1692-1721*), publicado por F. Lebrun, París, C. Klinsieck, 1967.

Leroi-Gourhan, Mme. A., comunicación de la Sociedad Prehistórica Francesa al Congreso de 1959.

Le Roy Ladurie, E., "Fluctuations météorologiques et bans de vendanges au XVIII^e^ siècle", *Féd. his. du Lang. médit. et du Rouss.*, Trigésimo y Trigésimo Primer Congresos, Sète-Beaucaire, 1956-1957, Montpellier, s. f., p. 189.

———, "Histoire et climat", *Annales*, 1959.

———, "Climat et récoltes au XVII^e^ et XVIII^e^ siècles", *Annales*, 1960.

———, "Aspects historiques de la nouvelle climatologie", *Rev. hist.*, 1961.

———, "La conférence d'Aspen...", *Annales*, 1963.

———, "Le climat des XI^e^ et XVI^e^ siècles, séries comparées", *Annales*, 1965.

———, *Les Paysans de Languedoc*, París, 1966.

Leschevin, P. X., *Voyage à Genève et dans la vallée de Chamouni*, París y Ginebra, 1812.

Letonnelier, G., "Documents relatifs aux variations des glaciers dans les Alpes françaises", *Comité des travaux historiques et scientifiques, Bulletin de la section de géographie,* tomo 28, 1913.

Liljequist, G. H., "The Severity of the Winters at Stockholm, 1757-1942", *Geog. Ann.,* 1943, pp. 81-97.

Lindzey, A. A., y J. E. Newmann, "Use of Official Datas in Spring Time Temperature Analysis of Indiana Phenological Record", *Ecology,* 37-4, octubre de 1956.

Lliboutry, L., "More About Advancing and Retreating Glaciers in Patagonia", *J. Glac.,* vol 2, 1952-1956, pp. 168 *ss.*

———, *Nieves y glaciares de Chile, fundamentos de Glaciología,* Santiago, 1956.

———, *Traité de glaciologie,* París, vol. I, 1964, y vol II, 1965.

Loewe, F., "Variations of the Qaumarvyuk Glacier, Western Greenland, 1930-1967", *Beiträge zur Geophysik,* 77 (3), 1968, pp. 232-234.

Longstaff, T. G., "The Oxford University Expedition to Greenland, 1928", *The Geographical Journal,* julio de 1929, pp. 61-68.

Lucas, H. S., "The famine of 1315-1317", *Speculum,* 5, 1930, pp. 341-377.

Ludlum, D. M., *Early American Winters,* Boston (American Meteorological Society), 1966.

Lunn, A., *The Bernese Oberland,* Londres, 1958.

Lütschg, O.,[1] *Uber Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge, Sonderdarstellung des Mattmarkgebietes,* Schweizerische Wasserwirtschaftverband, Verbandschrift C No. 14, Veröffentlichung der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt in Zürich, Zürich, Sekretariat des Schweizerischen Wasserwirtschaftverbandes, 1926.

Lysgaard, L., "Recent Climatic Fluctuations", *Folia geographica danica,* Copenhague, 1949.

———, "On the Climatic Variation", en *Changes of Climate,* 1963, pp. 151-160 (*cf.* esta referencia).

MacGregor, V. R., "Holoçene Moraines in the Ben Ohau Range, N. Zeal.", *J. Glac.,* vol. 6, número 47, 1967, p. 746.

Magnusson, M., *véase Graenlandica Saga.*

Malaurie, J., *Thèmes de recherche géomorphologique...* en *Groenland,* edición del C. N. R. S., París, 1968 (en particular, pp. 443-447).

Manley, G., "Temperature Trends in Lancashire, *Q. J. R. M. S.,* 1946.

———, "The Range of Variation of the British Climate", *Geog. Journ.,* marzo de 1951, pp. 43-68.

———, "Variation in the Mean Temperature of Britain since Glacial Times", *Geologische Rundschau,* 1952, pp. 125-127.

———, "The Mean Temperature of Central England, 1698-1952", *Q. J. R. M. S.,* 1953, pp. 242-262 y 558.

[1] Obra muy difícil de encontrar: no pude leerla más que en Zurich, en la sede del *Wasserwirtschaft Verband* y luego en la biblioteca de un instituto agregado a la biblioteca general de la Universidad de Michigan.

Manley, G., "Temperature Trends in England", *Archiv, für Met., Geophys. und Bioklimatol.,* 1959, tiraje aparte con serie manuscrita adicional proporcionada amablemente por el profesor Manley, que contiene un cuadro de temperaturas en inglaterra de 1670 a 1697.

———, "Possible Climatic Agencies in the Development of Post-Glacial Habitats", *Proceedings of the Royal Society,* B, vol. 161, pp. 363-375. 1965.

———, artículo en *International Symposium...,* 1966.

Martel, P., *Relation d'un voyage aux glacières du Faucigny,* 1743. (Se encuentra en la biblioteca de Ginebra,[2] pero no en la B. N.; fue reeditada, pero sin iconografía, por H. Ferrand, 1912; *cf.* Windahm y Martel.)

Martin, E., *Histoire de Lodève,* Montpellier, 1900.

Martin, P. de, "Datation de poutres anciennes dans les maisons rurales du Livradois" (Auvernia, Francia), inédito hacit 1969. *Véase* también el artículo de De Martin (*Annales,* marzo-abril de 1971, núm. 2, pp. 456-462), sobre las vigas lorenesas del siglo XVII, cuyos "anillos de árbol" están fechados (en ese texto) en comparación con la cronología del roble de Hollstein (1965, artículo citado) relativa a Alemania occidental.

Martins, Ch., artículos sobre los glaciares contemporáneos, en la *Revue des Deux-Mondes,* 15 de enero, 1º de febrero, 1º de marzo de 1867 y 15 de abril de 1875.

Massip, M., "Variations du climat de Toulouse", *Memoires de l'Académie de Toulouse,* 1894-1895.

Mathews, W. H., "Fluctuations of Glaciers... in S. W. British Columbia", *Journal of Geology,* 1951, pp. 357-380.

Matthes, F. E., "Glaciers", en *Hydrology,* obra colectiva editada por O. E. Meinzer, Nueva York, 1942.

Maunder, E., comunnicación (respecto del mínimo prolongado de las tareas polares, 1645-1715) en *Journal of the British Astronomers Association,* 1922.

Maurer, J., "Über Gletscherschwund und Sonnenstrahlung", *Met. Zeitschr.,* 31, 1914, p. 23.

———, "Neuer Rückzug der Schweizer Gletschern", *Met. Zietschr.,* 1935, p. 22.

Mayr, F., "Untersuchungen Über Ausmass und Folgen der Klima und Gletscherschwankungen seit den Beginn der postglazialen Wärmezeit. Ausgewälte Beispiele aus den Stubaier Alpen in Tirol", *Zeitschrift für Geomorphologie,* 1964.

Mellor, M., "Variations of the Ice Margins in East Antarctica", *Geogr. Journ,* junio de 1959.

———, "Mass Balance Studies in Antarctica", *J. Glac.,* vol. 3, octubre de 1959, núm. 26, pp. 522-533.

[2] Según C. E. Engel.

Méneval, barón de, *Récit d'une excursion de l'Impératrice Marie-Louise aux glaciers de Savoie, en juillet 1814,* París, edición de 1847.
Mercanton, P. L., "Mensurations au glacier du Rhône", *Neue Denkschriften der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft,* vol. 52, 1916.
———, Notices détaillées sur les fluctuations contemporaines des glaciers des Alpes parues dans *Die Alpen,* 23, 1947, pp. 313-320; 24, 1948, p. 387, y 1949, p. 267; y en *J. Glac.,* vol. II, 1952-1956, p. 110.
———, "Glacierized areas in the swiss Alps", *J. Glac.,* abril de 1954, núm. 15, pp. 315-316.
Mercer, J., "Glacier Variations in Patagonia", *Geog. Rev.,* 1965, pp. 390-413. En este artículo, véanse en particular las pp. 410-413, y las notas 47 a 53, que contienen una importante bibliografía relativa a los avances glaciares durante el período subatlántico, hacia 300 a.c., en Europa, América y Nueva Zelanda.
Mercer, J. H., "Glacier Resurgence at the Atlantic sub-Boreal Transition", *Q. J. R. M. S.,* 1967, pp. 528-534.
Mérian, M., *Topographia helvetiae,* s.l., 1642.
Milankovitch, M., *Canon of insolation and the Ice Age Problem* (traducción inglesa), U. S. Department of Comerce, 1969.
Miles, M. K., "The Summers of North-West Europe", *Met. Mag.* 1967, p. 318.
Ministère de l'Agriculture, Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles. Servies d'étude des grandes forces hydrauliques (Región des Alpes) (a partir del III tomo, Direction générale des Eaux et des Forêts), Études gaciologiques.

Tomo I: *Tyrol autrichien. Massif des Grandes-Rousses,* por Flusin, Jacob y Offner, 1909.

Tomo II: *Études glaciologiques en Savoie,* por P. Mougin, y *Programme et méthodes applicables à l'étude d'un grand glacier,* por C. J. M. Bernard, 1910.

Tomo III: *Études glaciolagiques, Savoie et Pyrénées;* I. *Études glaciologiques en Savoie,* por P. Mougin; II. *Observations glaciaires dans les Pyrénées,* por Ludovico Gaurier, 1912.

Tomo IV: I. *Étude sur le glacier de Tête-Rousse,* por P. Mougin, y C. Bernard; II. *Les avalanches en Savoie,* por P. Mougin, 1922

Tomo V: *Études glaciologiques en Savoie,* por Mougin, 1925.

Tomo VI: *Observations glaciologiques faites en Dauphiné jusqu'en 1924,* recapituladas y editadas parcialmente por Andrés Allix, y *Variations historiques des glaciers des Grandes-Rousses,* por P. Mougin, 1934.

Nota bene: Existen, cosa curiosa, dos ediciones de diferente foliación (diferencia uniforme de las páginas), de los *Études glaciologiques* de 1912; yo utilicé una de ellas en mi artículo de 1960 y la otra edición en este libro.

Mitchell, J., "Recent Secular Changes of Global Temperature", *A. N. Y. A. S.,* vol. 95, art. 1, pp. 235-250.

Mitchell, J., comunicación en *Changes of Climate,* 1963, pp. 161-182 (*cf.* este título).
———, "Stochastic Models of Air-Sea Interaction and Climatic Fluctuation", *Proceedings of the Symposium on the Artic Heat Budget and Atmospheric Circulation,* comp. por J. O. Fletcher, enero-febrero de 1966 (The Rand Corporation Memorandum, R. M. 5233, N. S. F., diciembre de 1966).
———, *et al.,* "Causes of climatic change", en *Meteorological Monographs,* vol. 8, núm. 30, febrero de 1968 (publicado por la Amer. Met. Soc.).
———, "A Critical Appraisal of Periodicites in climate" reedición de *Weather and Our Food Supply,* C. A. E. D. informe 20, Universidad de Iowa, Iowa, 1964.
———, "Theoretical Paleo-Climatology", en *Quaternary of the Unites States,* 1965.
———, y E. Kiss, "Bibliography on Climatic Changes in Historical Times", *M. G. A.,* 15 de diciembre de 1964.
Mock, S. J., "Fluctuations of the Terminus of the Herald Moltke Brae Glacier, Greenland", *J. Glac.,* octubre de 1966, pp. 369-373.
Montarlot, G., "Facteurs météorologiques et végétation de la vigne", *Annales de l'École nationale d'agriculture de Montpellier,* tomo XXII, fascículo 5, p. 236.
Monterin, U., "Il clima sulle Alpi ha mutato in epoca storica", *Boletín del Comité Glaciológico Italiano,* 16, 57, 1636-1637. Ésta es la mejor síntesis que ha aparecido en la bibliografía glaciológica italiana, tratándose de fluctuaciones "recientes" (dicho de otro modo, "históricas") de los glaciares. Hay una crítica, sin embargo: las variaciones del tráfico a través de los cuellos de los Alpes están ligadas con la coyuntura comercial y no glaciar, salvo casos extremos en que un glaciar llega a bloquear físicamente con su avance un cuello o un pasaje alpino.
Monumenta Germaniae historica, Hanover, edición de 1937-1962.
Morineau, M., "D'Amsterdam a Séville...", *Annales,* enero de 1968.
———, "Les faux-semblants d'un démarrage économique: agriculture et démographie en France au XVIII siècle", *Cahiers des Annales,* núm. 30, 1971 (*véase* también *Rev. Hist.,* 1968, pp. 299 *ss.*).
Morize, "Aiguesmortes au XIII siècle", *Ann. du Midi,* 26, 1914, p. 313.
Morrison, artículo en *International Symposium...,* 1966.
Mossman, R., "Reduction on the Edinburgh Meteorogical Observations to 1900", *Royal Society of Edinburgh, Transactions,* 40, 1902.
Mougin, P., *cf.* Ministère de l'Agriculture.
Müller, K., "Weinjahre und Klimaschwankungen der letzten 1000 jahre", *Weinbau, Wissenschaftliche Beiheft* (Maguncia), 1, 83, 123, 1947.
Müller, K., *Geschichte des Badischen weinbaus* (con una crónica de vinos y una descripción de las fluctuaciones climáticas del último milenio), Lahr in Baden, 1953.

Munaud, A. V., "Études dendrochronologiques en Belgique", *Agricultura,* vol. 14, 1966, núm. 2.

Munster, S., *Cosmographiae universalis lib. VI,* Basilea, 1552; *Cosmographey oder Beschreibung aller Länder,* Basilea, 1567.

Murray, R. y B. J. Moffitt, "Monthly Patterns of the Quasi Biennial Pressure Oscillation", *Weather,* octubre de 1969, pp. 382-390.

Musset, L., *Les peuples scandinaves au Moyen Age,* París, PUF, 1951.

Nageroni, G., "Appunti per una revisione del catalogo dei ghiacciali lombardi" (*Att. soc. Ital. Sc. Nat.,* XLIII, pp. 373-407), citado por Cailleux, *R. G., Dyn.,* 1955, ficha 528.

Nichols, H., "Central Canadian Palynology and its Relevance to North-Western Europe in the Late Quaternary Period", *Rev. of Paleobotany and Palynology,* Amsterdam, 2, 1967, pp. 231-243.

———, "Late Quatern. History of Vegetation and Climate... in Manitoba", *Arctic and Alpine Research,* 1, 3, 1969, pp. 155-167.

Norlund, P., "Buried Norsemen at Herfoljness", *Meddelelser om Gronland,* vol. 67, 1924, pp. 228-259.

———, *Viking settlers in Greenland,* Londres, 1936.

Odell, N. E., "Mount Ruapehu, N. Z., Observations on glaciers", *J. Glac.,* vol. 2, 1952-1956, pp. 601 *ss.*

Oechsger, H., y H. Rothlisberger, "Datierung eines ehemaligen Standes der Aletschgletschers", *Zeitschrift für Gletscherkunde,* IV, 3, 1961, pp. 191-205.

Olagüe, I., *La decadencia española,* Madrid, 1951 (principalmente el volumen IV, pp. 247-306).

———, *Histoire d'Espagne,* París, 1958.

———, "Les changements de climat dans l'histoire", *Cahiers d'histoire mondiale,* VII, 3/1963, p. 637.

Oliver, J.: Este autor ha estudiado sistemáticamente los antiguos registros y diarios, sobre todo íntimos, que contienen informaciones sobre la meteorología del siglo XVIII. Véase *Weather and Agriculture,* comp. de J. A. Taylor, Pergamon, Oxford, 1967; *Q. J. R. M. S.,* vol. 84, núm. 360, abril de 1958, pp. 126-133; *Weather,* vol. 13, núm. 8, agosto de 1958; vol. 16, núm. 10, octubre de 1961; vol. 20, núm. 12, diciembre de 1965; *The National Library of Wales Journal,* X, 3, verano de 1958; *Transactions of Anglesey Antiquarian Society and Field Club;* 1958.

Osborne, D. y R. Nichols, "Dendrochronology of the Wetherhill Mesa", *Tree-Ring Bull.,* mayo de 1967.

Overbeck, F. e I. Griez, "Mooruntersuchungen zur Rekurrenzflächenfrage... in der Rhön", *Flora,* 141, 1954, pp. 51 *ss.*

———, K. Munnich, L. Aletsee y F. Averdieck, "Das Alter des Grenzhorizonts nord-deutscher Hochmoore nach Radiocarbon-Datierungen", *Flora,* 145, 1957, p. 37.

Oyen, P. A., "Klima und Gletscherschwankungen in Norwegen", *Zeitschrift für Gletscherkunde,* mayo de 1906, pp. 46-61 y 173-174.

Page, N., "Atlantic/Early Sub-Boreal Glaciation in Norway", *Nature,* 219, 17 de agosto de 1968, pp. 694-697.

Papon, abad, *Histoire générale de Provence,* París, 1786.

Payot, P., *Au royaume du Mont-Blanc,* Bonneville, 1950.

Pedelaborde, P., "La circulation sur l'Europe occidentale", *Annales de géog.,* 1953.

———, *Le climat du Bassin parisien,* París, 1957.

Peroux, G., *Inventaire des Archives départementales de la Savoie,* Serie E, tomo I, Introduction.

Pfannenstiel, M., "Die Schwankungen des Mittelmeerspiegels als Folge der Eiszeiten", *Freiburger Universitätsreden,* Neue Folge, H. 18, Friburgo, 1954, citado por H. V. Rudolff, 1967, p. 342.

Pfister, C., *Agrarkonjunctur und Witterungsverlauf im westlichen Schweizer Mittelland zur Zeit der Ökonomischen Patrioten,* 1755-1797, Lang Druck AG Liebefeld/Bern, 1975.

Pillewizer, W., Comte rendu de l'expédition des savants de la D. D. R. au Spitzberg, *Pet. géogr. Mitt.,* 1962-1964, p. 286.

Plass, G. N., "The Carbon Dioxide Theory of Climatic Change", *Tellus,* vol. 8, mayo de 1956, pp. 140-154.

Platter, *Félix et Thomas Platter à Montpellier* (1552-1559, 1595-1599). *Notes de voyage de deus étudiants bâlois,* Montpellier, 1892.

Poggi, A., "La neige et les avalanches", *Mét.,* abril-junio de 1961.

Poissenot, Bénigne, *Nouvelles histoires tragiques... ensemble une lettre à un ami contenant la description d'une merveille appelée la Froidière veue par l'autheur en la Franche Comté de Bourgogne,* París, Richou, 1586, pp. 440-451 (ejemplar de la B. N.).

Polge, H., y R. Keller, "La Xylochronologie, perfectionnement logique de la dendrochronologie", *Annales des Sciences forest.,* 1969, 26 (2), pp. 225-256.

Post, A., "The Recent Surge of Walsh Glacier (Yukon and Alaska)", *J. Glac.,* vol. 6, núm. 45, octubre de 1966.

Potapova, L. S., artículo sobre las causas climatológicas de las fluctuaciones del clima (en ruso), 1968, *cf. M. G. A.,* agosto de 1969, p. 2075.

Powell, W., *Silver, Soldiers and Indians,* University of California, 1955.

Pribram, A. F., *Materialen zur Geschichte der Preise...*, Viena, 1938.

"Proceedings of the Conference on the Climate of the Eleventh and Sixteenth Centuries, Aspen, June 16-24, 1962", Nacional Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado (N. C. A. R. Technical Notes, 63-1).

Rabot, Ch., "Les glaciers du Pelvoux au début du XIX^e^ siècle", *La Géographie,* 1914, vol. 29.

———, "Récents travaux glaciaires dans les Alpes françaises", *La Géographie,* vol. 30, 1914-1915, pp. 257-268.

———, "Les catastrophes glaciaires dans la vallée de Chamonix au XVII^e^ siècle", *La Nature,* 28 de agosto de 1920.

Raikes, Robert, *Water, Weather, and Prehistory,* Londres, 1967.

Ramdas, L. A., y N. Rajagopalan, comunicación en *Changes of Climate,* 1963, pp. 87-91 (*cf.* este título).

Ratineau, J., *Les céréales,* París, 1945, pp. 53-57.

Rebuffat, G., *Mont-Blanc...,* París, 1962.

Reiter, E. R., *Jet-Stream Meteorology,* Univ. of Chicago Press, 1963.

Rekstad, J., "Gletscherschwankungen in Norwegen", *Zeitschrift für Gletscherkunde,* 1906-1907.

Relation anonyme d'une visite a Chamouni en 1764, comp. y anotada por H. Ferrand, Lyon, 1912 (B. N. LK[7], 39 030).

Renou, E., "Études sur le climat de Paris", *Annales du Bureau Central météorologique de France,* 1887, tomo I, B 195 a B 226.

Rey, M., "La source et le glacier du Rhône en 1834", *Nouvelles Annales des voyages,* París (Pihan), 1835.

Richard, J. M., "Thierry d'Hireçon", *Bibliothèque de l'École des Chartes,* vol. 53, 1892.

Richter, E., "Zur Geschichte des Vernagtgletschers", *Z. D. O. A.,* 1877.

———, *Die Gletscher der Ostalpen,* Stuttgart, 1888.

———, "Geschichte der Schwankungen der Alpengletscher", *Z. D. O. A.,* 1891.

———, "Urkunden Über die Ausbrüche des Vernagt — und Gurglergletschers im 17 und 18 Jahrhundert, aus Innsbrucker Archiven herausgegeben", *Forschungen zur deutschen — Landes und Volkskunde,* 6, 1892.

Rodewald, M., comunicación en *Changes of Climate,* 1963, pp. 97-108 (*cf.* este título).

———, "Die Klimaschwankung in Westgrönland", *Wetterlotse,* Hamburgo, febrero de 1968.

Rogers, Th., *A History of Agriculture and Prices in England,* Londres, 1886-1887.

Rogstad, O., artículos sobre las variaciones de los glaciares de Noruega en *Norsk geografisk Tidskrift,* 1941, p. 273, y 1942, p. 129, según *J. Glac.,* vol. I, 1947-1951, p. 151.

Rogstad, O., "Variations in the glacier mass of Jostedalsbreen", *J. Glac.,* vol. I, 1947-1951, p. 551.

Rondeau, A., "Recherches morphologiques dans l'État de Washington", *B. A. G. F.,* noviembre-diciembre de 1954, pp. 183-195.

Rose, B., "18th Century Price Riots", *International Review of Social History,* III, 1959, pp. 432-445.

Roseman, N., comunicación en *Changes of Climate,* 1963, pp. 67-74 (ver este título).

Rubin, M., comunicación en *Changes of Climate,* 1963, pp. 223-229 (*cf.* este título).

Rudé, G., "La taxation populaire de Mai 1775 (la guerre des farines)", *Annales d'hist. de la Révol. franç.,* 1956, pp. 139-179, y1961 pp. 305-326.

Rudé, G., *The Crowd in History,* Nueva York, 1964.
Rudloff, H. von, *Véase* Von Rudloff, H.
Russel, J. C., *British Medieval Population,* Albuquerque, 1948.
Sacco, F., "Il ghiacciaio ed i laghi del Ruitor", *Bol. della Soc. geol. ital.* 36, 1917, pp. 1-36.
Sanson, J., *Relations entre le caractère météorologique des saisons et le rendement du blé,* publicaciones de la O. N. M., París, s. f.
———, "Températures de la biosphère et dates de floraison des végétaux", *La Météorologie,* octubre-diciembre de 1954, pp. 453-456.
———, "Y a-t-il une périodicité dans la météorologie?" *La Météorologie,* 1955.
———, "En marge météorologique de l'histoire", *La Météorologie,* 1956.
Saussure, H. B. de, *Voyages dans les Alpes,* Neuchâtel, 1779 y 1786.
Scherhag, R., "Die Erwärmung des Polargebiets", *Ann. hydrogr.,* Berlín, 1939, pp. 57-67 y 292-303.
Scheuchzer, J., ουρεσιφοιτης *helveticus, sive itinera ad Helvetiae alpinas regiones,* Lugduni Batavorum, 1723.
Schmuck, A., "Frequency of Dry Spells in Wroclaw, 1883-1960, and max. of Droughts, 1946-1960", *Wroclawskie Towarzystwo Naukowe* (*Annales Silesiae*), Wroclaw, 1961.
Schove, D. J., comunicación en "Post-Glacial Climatic Change", *Q. J. R. M. S.,* 1949, pp. 175-179 y 181.
———, "Climatic Fluctuations in Europe in the Late Historical Period", M. Sc. Thesis, Universidad de Londres, 1953 (inédita).
———, "The Sunspot Cycle (a Historical Record)", *Journ. of Geophys. res.,* 60, 2, 1955, pp. 127-146. Importante bibliografía sobre la historia del ciclo solar antes de la época de las observaciones rigurosas, es decir, en la Edad Media y en el período "moderno".
———, "Medieval Chronology in the U. S. S. R.", *Medieval Archaeology,* vol. 8, 1964, pp. 216-217.
———, "Fire and Drought, 1600-1700", *Weather,* septiembre de 1966. A propósito del gran incendio de Londres (1666) y de los años secos de *tree-rings* angostos que lo precedieron.
———, "The Biennial Oscillation", *Weather,* octubre de 1969, pp. 390-396.
Schulman, E., "Tree-ring Indices of Rainfall, Temperature and River Flow", *Compendium of Meteorology,* The American Meteorogical Society, Boston, 1951.
———, "Tree-ring and History in the Western United States", *Smithsonian Report for 1955,* 459-473, Smithsonian Institute of Washington, 1956.
Sévigné, *Lettres,* edición Hachette, París, 1862.
Shapiro, R., "Circulation pattern", comunicación en los *Proceedings* de Aspen, 1962, pp. 59 y *ss.* (*cf.* este título).
Shapley, H., *cf. Climatic Change.*

Sharp, R., "The Latest Major Advance of Malaspina Glacier, Alaska", *Geog. Rev.,* 1958.
Short, T., *General Chronological History,* 1749.
———, *New Observations... with an Appendix on the Weather and Meteors,* Londres, 1750.
Simmons, L., *Soleil hopi,* traducción, París, 1959.
Siren, G., "Skogsgränstallen som indikator för klimatfluktuationerna I norra fennoskandien under historisk tid", *Metsantutkimuslaitoksen Julkaisuja 54.2* (*Communicationes Instituti forestalis fenniae 54.2*), Helsingfors, 1961.
Sitzmann, P., "Les variations des glaciers du bassin de la Romanche", *Revue de géographie alpine,* enero de 1961.
Skelton, R. A., T. E. Marston y G. D. Painter, *The Vinland Map und the Tartar Relation,* con prólogo de A. O. Vietor, New Haven, Yale Univ. Press, 1965.
Slicher van Bath, B. H., "Les problèmes fondamentaux de la société préindustrielle en Europe", *A. A. G. Bijdragen,* 12, 1965.
Smiley, T. L., "A Summary of Tree-ring Dates from South-Western Archaeological Sites", University of Arizona Bulletin, vol. 22, *Laboratory of Tree-ring Research, Bulletin* núm. 5, Tuczon, Ariz.
Smith, D. G. y R. F. Nichols, "A Tree-ring Chronology for Climatic Analysis (Mesa Verde)", *Tree-ring Bull.,* mayo de 1967.
Smith, L. P., comunicación en *Changes of Climate,* 1963, pp. 457-469. (*cf.* este título).
Sokolov, A., "Diminution de la durée du gel des rivières en liaison avec le réchauffement du climat" (en ruso), *Priroda,* 1955, pp. 96-98.
"Solar Variation, Climatic Change...", aportación colectiva (740 páginas) publicada en *A. N. Y. A. S.,* vol. 95, art. 1, 5 de octubre de 1961.
Spink, P. C., "Glaciers of East Africa", *J. Glac.,* vol. I, 1947-1951, p. 277.
———, "Recession of the African Glaciers", *J. Glac.,* vol. 2, 1952-1956, p. 149.
Starkel, artículo en *International Symposium...,* 1966 (*véase supra*).
Steensberg, A., "Archeological Dating of the Climatic Change in Northern Europe, About 1300", *Nature,* 20 de octubre de 1951, pp. 672-674.
Stockton, C. W. y H. C. Fritts, "Probability... for Variation in Climate, Based on Widths of Tree-rings", *Annual report.* Grant E. 88-67 (G.) Environmental Science Service Administra., enero de 1968.
Stolz, O., "Anschauung und Kenntnis der Hochgebirge Tyrols", *Z. D. O. A.,* 1928.
Strasser, G., *cf. Der Gletschermann.*
Streten, N. y G. Wendler, "An Alaskan Glacier", *J. Glac.,* octubre de 1968.
Studhalter, R., "Early History of Crossdating", *Tree-ring Bulletin,* abril de 1956.

Stuiver, M. y H. E. Suess, "On Relationship Between Radiocarbon Dates and True Sample Ages", *Radiocarbon,* publicado por *Amer Journ. of Science,* 1966, vol. 8, pp. 534-540.

Stumpf, J., *Gmeiner löblicher Eydgenossenschaft Landen... Beschreibung,* Zurich, ediciones 1547-1548 y 1586, 1606, etcétera.

Suess, H., *véase* Stuiver, 1966.

———, "Climatic Changes, Solar Activity, and the Cosmic-Ray Production Rate of Natural Radiocarbon", 1968, artículo en Mitchell, 1968 (*véase supra*).

———, "The three causes of the secular C14 fluctuations", texto inédito, agosto de 1969.

———, "Bristlecone Pine Calibration of the Radiocarbon Time Scale, 5 300 B. C. to the present", texto inédito, agosto de 1969.

Sutcliffe, R., comunicación en *Changes of Climate,* 1963, pp. 277-285 (*cf.* este título).

Taillefer, F., "Une histoire du climat...", *Rev. de géog. des pyrénées et du Sud-Quest,* vol. 38, 1967, p. 373.

Temple, P. H., "Survey of the Ruwenzori Glacier for Recent Changes", *Nature and Resources* (UNESCO), 5, 1, marzo de 1969, pp. 13-14.

Theakstone, "Recent Changes in the Glaciers of Svartisen", *J. Glac.,* febrero de 1965, pp. 411 *ss.*

Thomson, E. P., "The Moral Economy of the Poor (the Food Riot)", *Past and present,* 1971, pp. 71-136.

Thorarinsson, S., "The Ice Dammed Lakes of Iceland", *Geog. Annales,* 1939-1940.

———, "Vatnajökull", *Geog. Ann.,* 1943.

———, "Present glacier shrinkage", *Geog. Ann.,* 1944.

Tillier, J. B. de, *Histoire de la vallée d'Aoste,* ms. de 1742, editada en Aosta en 1880, reeditada en 1953.

Titow, J., "Evidence of Weather in the Account Rolls of the Bichopric of Winchester, 1209-1350", *Economic History Review,* 1960. *Véase* también un artículo fundamental que publicó el mismo autor en los *Annales,* 1970, núm. 2, pp. 312 *ss.*

Toussoun, O., "Mémoires sur l'histoire du Nil", en *Memorias del Instituto de Egipto,* tomo IX, 1925, pp. 366-410.

Trasselli, C., "Studi sul clima", *Rivista di storia dell'agricoltura,* marzo de 1968.

Trevelyan, G. M., *English Social History,* Londres, 1942.

Tricart, J., "Géomorphologie quaternaire", *R. G. D.,* noviembre-diciembre de 1958, p. 184.

———, y A. Cailleux, *Le modelé glaciaire et nival* (vol. II del *Traité de géomorphologie*), París, 1962.

Turner, R. M., S. M. Alcorn, G. Olin y J. A. Booth, "The Influence of Shade, Soil and Water on Saguaro Seedling Establishment", *The Botanical Gazette,* vol. 127, núms. 2-3, junio-septiembre de 1966.

Tycho Brahe, *Meteor. Dagbog* (1582-1597), editado por P. Lacour, Copenhague, 1876.

Unternsteiner, N., y J. Nye, "... Berendon glacier, Canada", *J. Glac.*, junio de 1968.

Uspenskii, S. M., "Poteplanie Arktiki y fauna vysokikh shirot", *Priroda*. febrero de 1963, según *M. G. A.*, abril de 1964, p. 833.

Utterström, G., "Climatic Fluctuations and Population problems in Early, Modern History", *The Scandinavian Economic History Review*, 1955.

———, "Population Problems in pre-Industrial Sweeden", *Scandinavian Economic History Review*, 1954 y 1962.

Vaccarone, Luigi, "I Valichi nel Ducato d'Aosta nel secolo 17", *Bolletino del club alp. ital.*, vol. 15, 1881, pp. 181-193 (contiene también el texto de F. Arnod, 1691-1694, sobre los glaciares de Saboya).

———, *La vie delle Alpi occidentali negli antichi tempi*, Turín (Candeletti), 1884 (contiene también un texto de Arnod).

Valentin, en *Pet. géog. Mitt.*, 1952, citado por Finsterwalder, 1954 (*véase* este nombre).

Vanderlinden, E., *Chronique des ívénements météorologiques en Belgique jusqu'en 1834*, Bruselas, 1924.

Van der Wee, H., *The growth of the Antwerp Market and the European Economy*, La Haya, 1963.

Vanni, M., "Le variationi frontali dei ghiacciai italiani", *Boll. del Comitato glaciologico italiano*, Turín, 1948, pp. 75-85.

———, "Le variationi recenti dei griacciai italiani", *Geofísica pura e aplicata*, 1950, p. 230.

———, "Variationis of the Italian Glaciers en 1961", *J. Glac.*, febrero de 1963.

———, C. Origlia y F. de Gemini, "I Ghiacciai della valle d'Aosta", *Bolletino del Comitato glaciologico italiano*, 1953.

Vebaek, C. L., "The Climate of Greenland in the 11th and 16th Centuries", Comunicación (en mimeógrafo) para la Conferencia de Aspen (1962) sobre el clima de los siglos XI y XVI.

Veryard, R. G., comunicación en *Changes of Climate*. 1963, pp. 3-36 (*cf.* este título).

Veyret, P., "Ttrois glaciers du Pelvoux en 1951", *Rev. de géog. alp.*, 1952, pp. 197-199 (*cf.* también *J. Glac.*, vol. 2, 1952-1956, p. 154).

———, "La tournée glaciologique de 1959", *Rev. de géog. alp.*, enero de 1960, pp. 203-207.

———, "Les variations de glaciers du Mont-Blanc", *La Montagne*, abril de 1966.

Villeneuve, conde de, *Statistique des Bouches-du-Rhône*, Marsella, 1821.

Virgilio, "Note sur la catastrophe du Pré-de-Bar en 1717", *Bolletino del Club alpino italiano*, 1883.

Vivian, R., "Le recul récent des glaciers du Haut-Arc et de la Haute-Isère", *R. G. alp.*, 1960 (2), pp. 313-329. *Véase* también las numero-

sas monografías de glaciares alpinos que dio Vivian durante los años 1960-1970 en la *Rev. de géog. alp.*

Vivian, R., "Glace morte et morphologie glaciaire", *R. de góog. alp.*, 1965.

Von Post, L., "Pollen Analysis... in Earth's Climatic History", *New Phytol.*, 1946, pp. 193-218.

Von Rudloff, H., "Die Schwankungen der Grosszirkulation..., innerhalb der letzten Jahrhunderte", *Annalen der Meteorologie*, 1967.

———, *Die Schwankungen und Pendelungen des Klimas in Europa seit dem Beginn der regelmässigen Instrumenten-Beobachtungen*, Braunschweig (Vieweg), 1967.

Wagner, A., *Klimaänderungen und Klimaschwankungen*, Braunschweig, 1940.

Wagret, P., "Le climat se réchauffe-t-il?", *La Nature*, enero y agosto de 1958, 3 273 y 3 280, pp. 19 y 331.

Wahl, E. W., "A Comparison of the Climate of the Eastern United States, During the 1830's with the Current Normals", *Monthly Weather Review*, febrero de 1968, pp. 73-82.

Walker, D., artículo sobre las variaciones climáticas en Nueva Zelanda y Australia, en *International Symposium*... 1966 (*véase supra*).

Wallen, A., "Température, pluie et récoltes", *Géog. Ann.*, 1920, pp. 332-357.

Wallen, C. C., "Glacial Meteorological Investigations on the Karsa glacier in Swedish Lappland", *Géog. Ann.*, 1948.

———, "European Weather in 1968", *Weather*, octubre de 1969.

Ward, W. H. y P. D. Baird, "A Description of the Penny Ice Cap (Baffin Island", *J. Glac.*, abril de 1954.

Watson, W., comunicación en *Proceedings... Aspen*, 1962, p. 37 (*véase* este título); *ibid.* "Census of Data" y "Bibliography".

Webb, C. E., "Investigations of Glaciers in British Columbia", *Canadian Alpine Journal*, vol. 31, 1948, pp. 107-117, según *J. Glac.*, vol. I, p. 275.

Weidick, A., "Observations on Some Holocene Glacier Fluctuations in West Greenland", *Meddelelser on Grönland*, vol. 165, núm. 6, 1968, 202 páginas.

Weikinn, C., *Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum 1850, Hydrographie, I* (*Zeitwende-1500*), Akademie-Verlag, Berlín, 1958.

Werenskiold, W., "Glaciers in Jotunheim", *Norsk geografisk Tidsskrift*, 1939.

Weyl, P. K., "Role of the Ocean in Climatic Change", *Meteorological Monographs*, Boston, febrero de 1968.

White, S. E., "The Firn Field of the Popocatepetl", *J. Glac.*, 1952-1956, p. 369.

Whitow, J. B., etc., "Glaciers of the Ruwenzori", *J. Glac.*, junio de 1963, pp. 581-617.

Willett, H. C., "Climatic Change; Temperature Trends of the Past Cen-

tury", *Centenary Proceedings of the Royal Meteorological Society,* 1950, p. 195.

Windham y Martel, *Premiers voyages a Chamouni,* cartas de Windham y de Martel (1741-1742) publicadas y anotadas por H. Ferrand, Lyon, 1912, (B. N., LK7 39 030).

Wiseman, artículo sobre las fluctuaciones térmicas del océano en *International Symposium...*, 1966.

Woodbury, R., "Climatic Changes and Prehistoric Agriculture in the South-Western United States", *N. Y. A. S.,* vol. 95, art. 1, 5 de octubre de 1961, pp. 705-709.

World Climate (8000-0 B. C.), véase *International Symposium...*, 1966.

Wright, artículo en *International Symposium...*, 1966.

Wylie, P. J., "Ice Recession in N. E. Greenland", *J. Glac.,* vol. 2, 1952-1956, p. 704.

Zeuner, F. E., *Dating the Past, an Introduction to Geochronology,* Londres, 1949 (capítulo I).

Zingg, Th., comunicación y gráficas en *Bull. of the Assoc. of Scientific Hydrology,* junio de 1963, pp. 84-85.

Zumberge, J. H. y J. E. Potzger, "Late Wisconsin Chronology of the Lake Michigan Basin, Correlated with Pollen Studies", *Bull. of the Geol. Soc. of Amer.,* vol. 66, 1955-1962, p. 1 640.

Zurlauben, *Tableaux topographiques de la Suisse,* París (Clousier), 1780.

ABREVIATURAS

A.C.	:	Archivos comunales.
A.C. Cham.	:	Archivos comunales de Chamonix.
A.C.M.	:	Archivos comunales de Montpellier.
A.D.H.S.	:	Archivos de los departamentos de la alta Saboya.
A.I.H.S.	:	*Asociación Internacional de Hidrología Científica.*
An.	:	*Anexo.*
A.N.Y.A.S.	:	*Annals of the New York Academy of Sciences.*
B.A.G.F.	:	*Boletín de la Asociación de Geógrafos Franceses.*
Fonds Chobaut	:	Fondo Chobaut conservado en el Museo Calvet de Aviñón; expediente de las calamidades meteorológicas y expediente de las vendimias.
Géog. Ann.	:	*Geografiska Annaler.*
Geog. Rev.	:	*Geographical Review.*
J. geol.	:	*Journal of Geology.*
J. Glac.	:	*Journal of Glaciology.*
Mét.	:	*La Météorologie.*
M.G.A.	:	*Meteorological and Geoastrophysical Abstracts.*
Q.J.R.M.S.	:	*Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society.*
R.G.D.	:	*Revue de géomorphologie dynamique.*
Z.D.O.A.	:	*Zeitschrift des deutschen und oesterreichen Alpenvereins.*
Z. f. Glk.	:	*Zeitschrift für Gletscherkunde.*

ÍNDICE

ANEXOS

Este libro se terminó de imprimir y encuadernar en el mes de abril de 1991 en los talleres de Encuadernación Progreso, S. A. de C. V., Calz de San Lorenzo, 202; 09830 México, D. F. Se tiraron 1 500 ejemplares.

OTROS TÍTULOS DE LA

SECCIÓN DE OBRAS DE HISTORIA

Aldington, Richard. *El Duque de Wellington.*
Anna, Timothy E. *España y la Independencia de América.*
Anna, Timothy E. *La caída del gobierno español en la ciudad de México.*
Archer, Christon I. *El ejército en el México borbónico (1760-1810).*
Armani, Alberto. *Ciudad de Dios y Ciudad del Sol. El "Estado" jesuita de los guaraníes.*
Attali Jacques. *Historias del tiempo (1609-1768).*

Bakeell, P. J. *Minería y sociedad en el México colonial.*
Bataillon, Marcel. *Erasmo y España.*
Beck, Hanno. *Alexander von Humboldt.*
Benítez, Fernando. *Lázaro Cárdenas y la Revolución Mexicana. (El Porfirismo). I.*
Benítez, Fernando. *Lázaro Cárdenas y la Revolución Mexicana. (El Caudillismo). II.*
Benítez, Fernando. *Lázaro Cárdenas y la Revolución Mexicana. (El Cardenismo). III.*
Berlin, Isaiah. *Contra la corriente. (Ensayos sobre historia de las ideas).*
Bernstein, Harry. *Matías Romero, 1837-1898.*
Bitterli, Urs. Los *"salvajes" y los "civilizados". El encuentro de Europa y Ultramar.*
Boyd-Bowman, Peter. *Índice geobiográfico de pobladores en América hispánica. I*
Borah, Woodrow. *El juzgado General de Indios en la Nueva España.*
Brading, D. A. *Caudillos y campesinos en la Revolución mexicana.*
Brading, D. A. *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810).*
Braudel, Fernand. *El Mediterráneo y el mundo mediterráneo en la época de Felipe II. (2 vols.)*
Brenner, Anita. *La evolución en blanco y negro.*
Buhler, Johannes. *Vida y cultura en la Edad Media.*
Burckhardt, Jacob. *Del paganismo al cristianismo. La época de Constantino el Grande.*
Burkholder, Mark A. y Samuel Chandler Dewitt. *De la impotencia a la autoridad. La Corona española y las Audiencias en América. 1687-1808.*

Cardaillac, Louis. *Moriscos y cristianos.*
Corti, Egon Caesar Conte. *Maximiliano y Carlota.*
Costeloe, Michael P. *La primera república federal de México (1824-1835).*
Cumberland, Charles Curtis. *La Revolución Mexicana.*
Curtis, Lewis Perry, Jr. *El taller del historiador.*

Chabod, Federico. *Escritos sobre Maquiavelo.*
Chapman, Arnold. *México y el señor Bryant.*
Chaunu, Pierre. *Historia y población. Un futuro sin porvenir.*

Dockes, Pierre. *La liberación medieval.*
Domínguez, Jorge L. *Insurrección o lealtad.*
Dopsch, Alfonse. *Fundamentos económicos.*
Duby, Georges y Robert Mandrou. *Historia de la civilización francesa.*
Dulles, John W. F. *Ayer en México. Una crónica de la revolución, 1919-1936.*

Eguiara y Eguren, Juan José de. *Prólogos a la Biblioteca mexicana.*

Fagen, Patricia W. *Transterrados y ciudadanos.*
Fernández del Castillo, Francisco. *Libros y libreros en el siglo XVI.*
Flory, Thomas. *El juez de paz y el jurado en el Brasil imperial, 1808-1871.*

Friedlaender, Ludwig. *La sociedad romana. Historia de las costumbres en Roma, desde Augusto hasta los Antoninos.*

Gaos, José. *Historia de nuestra idea del mundo.*
García Cantú, Gastón. *Utopías mexicanas.*
Gerbi, Antonello. *La disputa del Nuevo Mundo.*
Gerbi, Antonello. *La naturaleza de las Indias Nuevas.*
Gómez Ciriza, Roberto. *México ante la diplomacia vaticana.*
Gooch, George Peabody. *Historia e historiadores en el siglo XIX.*
Greenleaf, Richard E. *La inquisición en Nueva España, siglo XVI.*
Gregorovius, Ferdinand. *Roma y Atenas en la Edad Media y otros ensayos.*
Groethuysen, Bernhard. *La formación de la conciencia burguesa en Francia durante el siglo XVIII.*

Hadley, Phillip. *Minería y sociedad en el centro minero de Santa Eulalia, Chihuahua (1709-1750).*
Hall, Linda B. *Álvaro Obregón. Poder y revolución en México, 1911-1920.*
Hamnett, Brian R. *La política española en una época revolucionaria 1790-1820.*
Hamnett, Brian R. *Revolución y contrarrevolución en México y el Perú.*
Handlin, Óscar. *La verdad en la historia.*
Hanke, Lewis. *La humanidad es una.*
Hanke, Lewis. *Cuerpo de documentos del siglo XVI.*
Hanna, Alfred Jackson y Kathryn Abbey Hanna. *Napoleón III y México.*
Hemming, John. *La conquista de los incas.*
Hollingsworth, T. H. *Demografía histórica. Cómo utilizar fuentes de la historia para construirla.*
Huizinga, Johan. *El concepto de la historia.*

Iglesia, Ramón. *El nombre Colón y otros ensayos.*
Israel, Jonathan I. *Razas, clases sociales y vida política en el México colonial, 1610-1670.*

Jaldún, Ibn. *Introducción a la historia universal.*
Johansen, R. y R. Maestas. *Wasi'chu. El genocidio de los primeros norteamericanos.*

Kahler, Erich. *Historia universal del hombre.*
Keen, Benjamin. *La imagen azteca en el pensamiento occidental.*
Kicza, John E. *Empresarios coloniales. Familias y negocios en la Cd. de México durante los borbones.*
Knolton, Robert J. *Los bienes del clero y la Reforma mexicana. 1856-1910.*

Ladd, Doris M. *La nobleza mexicana al sobrevenir la Independencia.*
Lafaye, Jacques. *Quetzalcóatl y Guadalupe. La formación de la conciencia nacional en México.*
Lafaye, Jacques. *Mesías, cruzadas, utopías. El judeocristianismo en las sociedades ibéricas.*
Lasky, Melvin, *Utopía y revolución.*
Lewis, Hanke. *La humanidad es una.*
Liss, P. K. *Orígenes de la nacionalidad mexicana, 1521-1556. La formación de una nueva sociedad.*
Lockhardt, James. *El mundo hispanoperuano, 1532-1560.*
Luppol, I. K. *Diderot.*
Lyon, George Francis. *Residencia en México, 1826. Diario de una gira con residencia en la República de México.*

Macune, Jr., Charles W. *El estado de México y la federación mexicana, 1823-1835.*

Malagón, Javier y José María Ots Capdequí. *Solórzano y la Política indiana.*
Maltby, Williams. *La Leyenda Negra en Inglaterra. Desarrollo del sentimiento antihispánico, 1558-1560.*
Martínez, Óscar Jáques. *Ciudad Juárez. El auge en una ciudad fronteriza a partir de 1848.*
Meinecke, Friedrich. *El historicismo y su génesis.*
Meyer, Eduard. *El historiador y la Historia antigua.*
Millares Carlo, Agustín. *Cuatro estudios biobibliográficos mexicanos.*
Mommsen, Theodor. *El mundo de los césares.*
Morison, Samuel Eliot. Henry Steele Commager y W. Leuchtenburg. *Breve historia de los Estados Unidos.*

Nassar, Nassif. *El pensamiento realista de Ibn Jaldún.*
Nieto, José C. *Juan de Valdés y los orígenes de la reforma en España e Italia.*
Norris Cochrane, Charles. *Cristianismo y cultura clásica.*

Oliveira Marques, A. H. de *Historia de Portugal. Desde los tiempos más antiguos hasta el gobierno de Pinheiro de Azevedo. (2 vols.)*
Ots Capdequí, José María. *El Estado español en las Indias.*

Peña, José F. de la. *Oligarquía y propiedad en Nueva España (1550-1624).*
Pierre-Charles, Gérard. *El pensamiento sociopolítico moderno en el Caribe.*
Pierson, Peter. *Felipe II de España.*
Pirenne, Henri. *Historia de Europa. Desde las invasiones hasta el siglo XVI.*
Powell, Philip W. *Capitán mestizo: Miguel Caldera y la frontera norteña. La pacificación de los chichimecas (1548-1597).*
Powel, Philip W. *La guerra chichimeca.*
Preston, Paul. *España en crisis. Evolución y decadencia del régimen de Franco.*

Rama, Carlos M. *La crisis española en el siglo XX.*
Rama, Carlos M. *Historia de las relaciones culturales entre España y la América Latina. Siglo XIX.*
Randall, Robert W. *Real del Monte: una empresa minera británica en México.*
Ranke, Leopold von. *Historia de los papas en la época moderna.*
Ranke, Leopold von. *Pueblos y estados en la historia moderna.*
Ricard, Robert. *La conquista espiritual de México*
Rodríguez O., Jaime E. *El nacimiento de Hispanoamérica. Vicente Rocafuerte y el hispanoamericanismo, 1808-1832.*
Rodríguez, Mario. *El experimento de Cádiz en Centroamérica. 1808-1826.*
Roeder, Ralph Leclerc. *Hacia el México moderno: Porfirio Díaz. (2 vols.)*
Roeder, Ralph Leclerc. *Juárez y su México.*
Rohde, Erwin. *Psique. La idea del alma y la inmortalidad entre los griegos.*
Rubio Mañé, J. I. *El Virreinato. (4 vols.)*
Ruiz Cervantes, Francisco José. *La revolución en Oaxaca.*

Salado Álvarez, Victoriano. *Episodios nacionales mexicanos. (7 vols.)*
Salas, Alberto M. *Tres cronistas de Indias.*
Sarrailh, Jean. *La españa ilustrada de la segunda mitad del siglo XVIII.*
Sauer, Carl Otwin. *Descubrimiento y dominación española del Caribe.*
Schávelzon, Daniel. *La polémica del arte nacional de México, 1850-1910.*
Scholes, Walter Vinton. *Política mexicana durante el régimen de Juárez, 1885-1872.*
Schrecker, Paul. *La estructura de la civilización.*
Sepúlveda, Juan Gínes de. *Tratado sobre las justas causas de la guerra contra los indios.*
Shotwell, James Thomson, *Historia de la historia en el mundo antiguo.*
Silva Dias, J. S. Da. *Influencia de los descubrimientos en la vida cultural del siglo XVI.*

Simpson, Lesley Byrd. *Muchos Méxicos.*
Sims, Harold D. *Descolonización en México. El conflicto entre mexicanos y españoles (1821-1831).*
Sims, Harold D. *La expulsión de los españoles de México (1821-1828).*
Sims, Harold D. *La reconquista de México. La historia de los atentados españoles, 1821-1830.*
Solana, F., R. Cardiel Reyes, R. Bolaños Martínez. *Historia de la educación pública en México.*
Stone, Lawrence. *El pasado y el presente.*
Super, John C. *La vida en Querétaro durante la Colonia, 1531-1810.*
Symonds, John Addington. *El renacimiento en Italia. (2 vols.)*

Tarn, William y G. T. Griffith. *La civilización helenística.*
Tenebaum, Barbara A. *México en la época de los agiotistas. 1821-1857.*
Tibón, Gutierre. *Historia del hombre y de la fundación de México.*
Timmons, Wilbert H. *Morelos: sacerdote, soldado, estadista.*
Toro, Alfonso. *Los judíos en la Nueva España. Documentos del siglo XVI correspondientes al ramo de Inquisición.*
Torre Villar, Ernesto de la. *La expansión hispanoamericana en Asia. Siglos XVI y XVII.*
Torre Villar, Ernesto de la y Ramiro Navarro de Anda. *Testimonios históricos guadalupanos.*
Tovar de Teresa, Guillermo. *Bibliografía novohispana de arte. (3 vols.)*
Trabulse, Elías. *Historia de la ciencia en México I. Siglo XVI.*
Trabulse, Elías. *Historia de la ciencia en México. II. Siglo XVII.*
Trabulse, Elías. *Historia de la ciencia en México. III. Siglo XVIII.*
Trabulse, Elías. *Historia de la ciencia en México. IV. Siglo XIX.*
Trevelyan, George Macaulay. *Historia política de Inglaterra.*
Trevelyan, George Macaulay. *Historia social de Inglaterra.*
Turner, Ralph Edmund. *Las grandes culturas de la humanidad. (2 vols.)*

Vanderwood, Paul J. *Los rurales mexicanos.*
Vázquez Mantecón, Carmen. *Santa Anna y la encrucijada del Estado. La dictadura (1853-1855).*
Voltaire, François Marie Arouet de. *El siglo de Luis XIV.*

Williams, George Huntston. *La Reforma radical.*

Emmanuel Le Roy Ladurie

Historia del clima desde el año mil

Durante muchos años, a Roma llegaban los diezmos pagados por las florecientes iglesias de Groenlandia: marfil de morsa, colmillos de narval y pieles de buey y foca. Hacia el siglo XII *incluso se autorizó la construcción de una catedral en Gardar. Pero para fines del siglo* XV *todos los pobladores vikingos de Groenlandia habían desaparecido.*
Lo que ocurrió fue un enfriamiento en el clima que impidió los cultivos y bloqueó los puertos con hielo durante casi todo el año. A esto se le llama ahora la "pequeña edad glacial", y sus consecuencias se registraron por toda Europa entre los siglos XIII *y* XVI*, modificando con sus efectos sobre la agricultura y la geografía la vida y la historia de sus habitantes.*
Historia del clima desde el año mil *nos introduce a este campo poco conocido y sus efectos sobre las poblaciones humanas. Relacionando los datos históricos tradicionales de los siglos* XVI, XVII *y* XVIII *con las modificaciones climáticas, ofrece un cuadro que nos ayuda a comprender mejor por qué ocurrieron las cosas tal como ocurrieron, y nos recuerda que en nuestro propio siglo los cambios climáticos siguen siendo una fuerza que puede contribuir decisivamente a c[...] aparente de [...]*

icolás Moreno

[...]tura Económica